

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC	
( X ) PRÉ-PROJETO    (   ) PROJETO	ANO/SEMESTRE: 2021/2

DESENVOLVIMENTO DE UMA BIBLIOTECA PARA O USO DO SENSOR LIDAR EM DISPOSITIVOS IOS

Gabriel Luís Fernando de Souza

Prof. Dalton Solano dos Reis – Orientador

1. INTRODUÇÃO

Em um mundo globalizado e tecnologicamente conectado, cada vez mais se mostra necessário registrar um momento para que ele seja recordado posteriormente. Diariamente, fotografa-se ou filma-se cenas, seja para compartilhar uma viagem em uma rede social, guardar uma recordação especial ou até mesmo registrar um quadro na sala de aula para não esquecer o seu conteúdo.

Com essa premissa, as empresas de tecnologia para dispositivos móveis estão constantemente inovando na forma que utilizamos ferramentas de filmagem e fotografia, introduzindo novas funcionalidades, que vão além de poder utilizar *zoom* nos registros dos momentos, até a possibilidade de efeito panorâmico na captura das imagens. Uma delas, anunciada primeiramente no iPad Pro da Apple, em 2020, e, posteriormente no iPhone 12 Pro, no mesmo ano, foi o LiDAR, sigla para Light Distance And Ranging. O LiDAR consiste em “um método de sensoriamento ativo que pode precisamente medir distâncias, transmitindo energia laser e analisando a energia retornada” (BAUWENS *et al.*, 2016 p. 2 nossa tradução). A tecnologia já vem sendo utilizada antes mesmo do interesse da Apple, principalmente na área florestal. Pois, como exemplificam Giongo *et al.* (2010), o LiDAR tem muitas vantagens para fazer um escaneamento em comparação com imagens de satélite para um mapeamento florestal. Visto que não depende da luz do sol, fazendo assim que seja mais fácil ignorar sombras ocasionadas pelas nuvens, assim como seus feixes de laser que são capazes de penetrar as copas das árvores facilitando na descoberta do relevo do terreno nas florestas. Outra aplicação foi utilizada com o sensor Zephyr LiDAR por Nassif, no ano de 2017, para construir um medidor de velocidade do vento para usinas eólicas. Onde o pesquisador enfatizou que o “LiDAR é um sistema confiável, robusto e a custos relativamente baixos” (NASSIF, 2017, p. 74), que favorece a adoção nas mais diversas áreas, destacando a performance e o custo-benefício da tecnologia. Para dispositivos móveis, a principal funcionalidade do sistema é perceber profundidade através da distância em um ambiente e mapear o relevo de objetos. Rignes (2020) evidencia que uma das primeiras aplicações dessa tecnologia em um aplicativo comercial para um dispositivo da Apple foi no Snapchat, que é capaz de ler o ambiente, se fazendo possível projetar objetos virtuais precisamente, interagindo com o ambiente real. Um exemplo trazido por Rignes (2020) dessa aplicação foi se referindo a demonstração de um filtro do aplicativo no iPhone 12 Pro exibido no Apple Event de 2020, onde ressaltou que o “clipe demonstra alguns recursos sofisticados de AR, como oclusão (quando um objeto virtual fica “atrás” de um real), detecção da posição de pessoas na cena e correção de perspectiva em tempo real”, que se mostra possível com a adição do LiDAR.

Com o contexto descrito acima, este estudo se propõe a entender e desenvolver uma biblioteca de código aberto que irá digitalizar objetos reais em objetos virtuais, utilizando as tecnologias do ARKit. O ARKit é um compilado de funcionalidades para trabalhar com Realidade Aumentada (Augmented Reality ou AR) que a Apple (2021) disponibiliza em seus dispositivos móveis para que, a partir disso, seja possível manipular objetos reais em um ambiente virtual 3D (tridimensional). Assim sendo, será realizada uma revisão bibliográfica consultando a documentação do ARKit e artigos sobre o assunto como base de estudo, bem como serão testadas as capacidades do dispositivo de fazer o escaneamento de forma escalável contemplando diversos cenários para que seja identificados os possíveis problemas em um uso cotidiano.

1.1. OBJETIVOS

O objetivo geral desse trabalho é criar uma biblioteca que seja capaz de digitalizar objetos reais em objetos que possam ser manipulados em um ambiente 3D virtual utilizando LiDAR dos dispositivos iPad Pro e iPhone 12 Pro da Apple.

Os objetivos específicos são:

- a) destacar a importância do escaneamento 3D para o auxílio na modelagem de objetos virtuais;
- b) demonstrar o uso histórico nas mais diversas áreas da tecnologia LiDAR;
- c) evidenciar principais abordagens para realizar o escaneamento de objetos reais em objetos virtuais 3D;
- d) arquitetar e desenvolver uma biblioteca que possibilite a digitalização de objetos reais em objetos 3D utilizando o ARKit da Apple para LiDAR.

2. TRABALHOS CORRELATOS

1  
Novo parágrafo.

2  
com Realidade Aumentada (ou Augmented Reality - AR) que

3  
Não entendi o que queres fazer com estes objetivos.

4  
Não sei ... talvez seria...  
definir um método para realizar o escaneamento de objetos reais em objetos virtuais 3D;

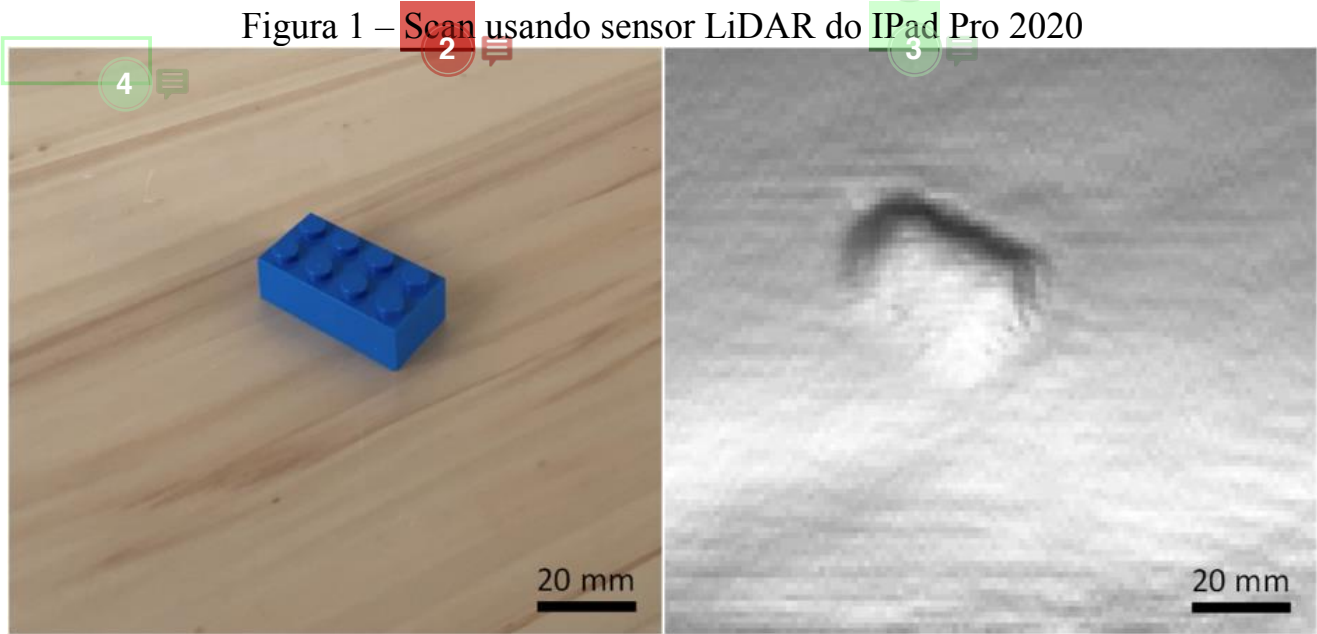
5  
Não sei .. mas acho que fica melhor usar o termo “digitalizar” do que “escanear”.  
Se achares que fica melhor ... então localize e troque em todo o texto.

Abaixo são apresentados dois trabalhos acadêmicos e uma descrição de funcionalidade de um aplicativo que discursa sobre escaneamento tridimensional, a fim de sustentar teoricamente o estudo proposto. O primeiro escrito apresenta uma comparação entre os sensores de profundidade (LiDAR e TrueDepth) da Apple com soluções industriais para digitalização de objetos 3D (VOGT; RIPS; EMMELMANN, 2021). O segundo artigo aborda um escaneamento de objetos tridimensionais utilizando o Kinect V1 e uma câmera digital de alta resolução (LOURA *et al.*, 2018). Por fim é evidenciado a descrição de funcionamento de um aplicativo comercial chamado Polycam, que faz a digitalização de objetos tridimensionais utilizando o LiDAR dos dispositivos Apple e disponibiliza objetos virtuais 3D (POLYCAM, 2021).

2.1. COMPARISON OF IPAD PRO®’S LIDAR AND TRUEDEPTH CAPABILITIES WITH AN INDUSTRIAL 3D SCANNING SOLUTION

O artigo desenvolvido por Vogt, Rips e Emmelmann (2021) tem como premissa medir a real capacidade da digitalização tridimensional com as tecnologias LiDAR e TrueDepth do iPad Pro 2020, a partir do escaneamento de blocos de lego de diferentes cores e tamanhos. O principal objetivo é descobrir se as tecnologias dos dispositivos Apple se comparam com ferramentas comerciais já consolidadas no mercado.

Para isso, foram criados diversos cenários e observado como cada tecnologia se comporta. A tecnologia de mercado que foi contemplada é a Artec Space Spider com Blue Light Technology, que se trata de uma ferramenta muito comum para digitalização 3D de objetos (VOGT; RIPS; EMMELMANN, 2021). E do lado da Apple foi utilizado apenas o TrueDepth para digitalização, visto que o LiDAR não consegue extrair características em objetos pequenos, como pode ser observado na Figura 1:



Fonte: Vogt, Rips e Emmelmann (2021).

Vogt, Rips e Emmelmann (2021) discursam que o LiDAR ainda não está pronto para o consumidor final utilizar como uma ferramenta de digitalização 3D para objetos pequenos devido a sua baixa resolução. E para o TrueDepth os autores indagam que embora a sua precisão seja alta, o fato de ele se encontrar na câmera frontal limita a quantidade de objetos que podem ser digitalizados. O estudo é finalizado indagando que embora as tecnologias não sejam capazes de substituir um sensor industrial como o Artec Space Spider, a vantagem de um sensor em um dispositivo móvel é o seu baixo custo e sua disponibilidade para o consumidor final se comparado com uma solução industrial. Ainda enfatizam que uma nova atualização de hardware melhorando a tecnologia no iPad ou uma atualização de software permitindo um maior acesso para os desenvolvedores, pode ser a resolução dos problemas desses dispositivos.

2.2. RECONSTRUÇÃO 3D DE OBJETOS COM KINECT E CÂMERA DIGITAL

O trabalho de Loura *et al.* (2018) relata uma solução de baixo custo que utiliza um Kinect V1, uma câmera digital e um software desenvolvido por eles para fazer a digitalização de objetos reais os transformando em objetos CAD (*Computer Aided Design*) que podem ser manipulados em um software de modelagem 3D posteriormente. Os objetos escolhidos pelos autores para serem escaneados foram obras de artes consideradas culturalmente importantes do Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE), na Universidade Federal da Bahia.

Para comparar resultados com ferramentas externas, foi utilizado um programa chamado Kinect Fusion que também faz o escaneamento de objetos. Dado os resultados encontrados foi perceptível que a solução dos escritores se mostrou precisa o suficiente para fazer um escaneamento de qualidade deixando apenas alguns ruídos na digitalização, como observado na Figura 2.

1 Terminar a frase com ponto final.

2 Digitalização

3 iPad

4 Borda envolta da figura .. no caso das duas imagens.

5 Uma comparação entre os objetos virtuais (colunas ímpares com o fundo azul) e objetos reais podem ser observado na Figura 2.



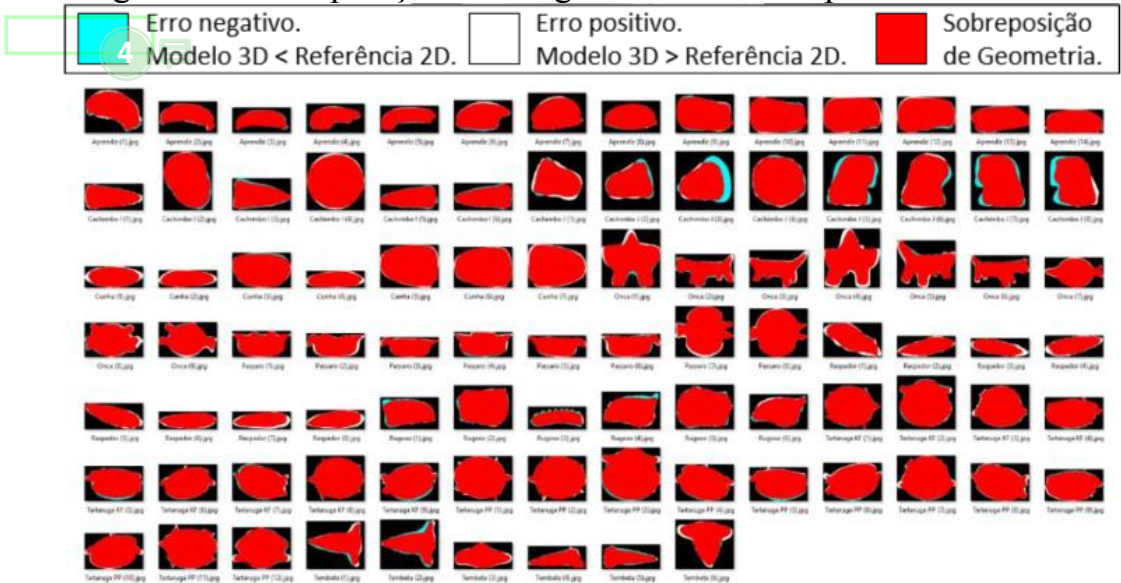
Figura 2 – Objetos virtuais e objetos reais lado a lado onde nas colunas ímpares com o fundo azul estão os objetos virtuais



Fonte: Loura *et al.* (2018).

Embora a tecnologia do Kinect V1 seja defasada, o resultado foi acima do esperado sendo evidenciado uma porcentagem baixa geralmente abaixo de 10% para erros positivos (quando a geometria do objeto virtual é maior do que do objeto real e erros negativos, quando a geometria do objeto real é maior do que a do objeto virtual). Pode ser observado na Figura 3 onde foi feita uma sobreposição das duas imagens (virtual e real) que a borda de erro é desprezível em maior parte dos casos e que o mapeamento foi feito quase que completo.

Figura 3 – Sobreposição da imagem real e virtual para destacar erros



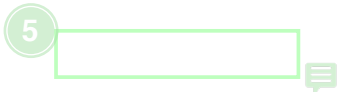
Fonte: Loura *et al.* (2018).

2.3. POLYCAM

Polycam (2021) é um aplicativo de código fechado que utiliza a funcionalidade de LiDAR dos dispositivos móveis da Apple para escanear ambientes permitindo manipular esse ambiente. O Polycam permite isolar áreas e salvar elas como objetos 3D. E ainda é permitido através de uma compra dentro do aplicativo de exportar em um formato reconhecido por aplicativos de modelagem 3D.

Para fazer essa digitalização, o aplicativo faz uma filmagem com a câmera para gerar a textura do objeto tridimensional, enquanto utiliza também o LiDAR que percebe a profundidade, assim gerando o ambiente tridimensional. Na Figura 4, se pode observar esse mapeamento em ação, onde os polígonos na cena representam o cenário sendo estruturado.

Figura 4 – Escaneamento de um ambiente sendo feito utilizando o Polycam



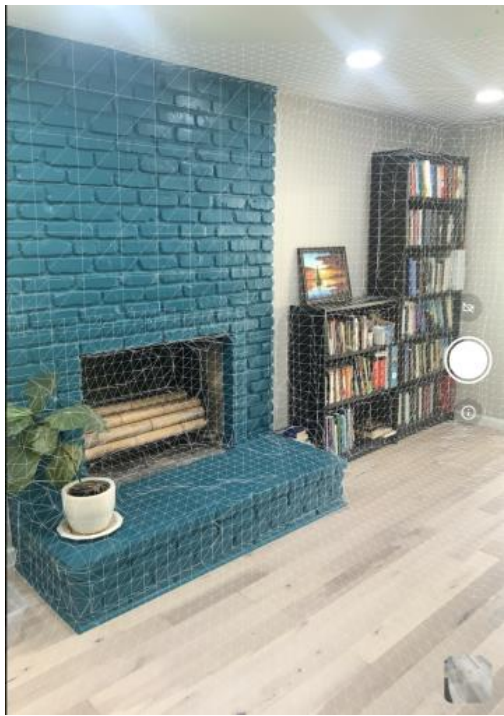
Objetos virtuais e objetos reais

Diminui um pouco o tamanho desta figura para a figura 4 caber nesta página.

baixa (geralmente abaixo de 10%) para

Borda envolta da figura.

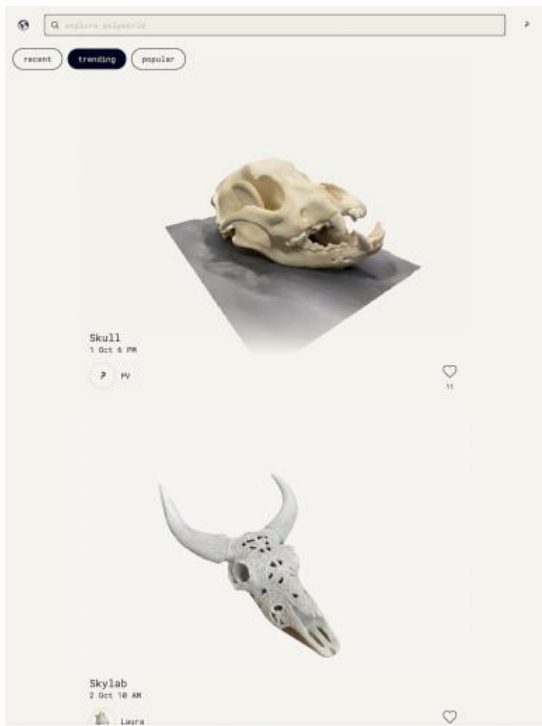
Não podes deixar este espaço em branco.



Fonte: Polycam (2021).

Esse aplicativo ainda possui uma funcionalidade semelhante a uma rede social onde usuários compartilham objetos 3D escaneados que podem ser visualizados, baixados e manipulados no próprio Polycam como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 – Interface de compartilhamento do Polycam



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3. PROPOSTA DA BIBLIOTECA

Nessa seção é evidenciado os principais motivos pelo qual o presente estudo é importante, destacando as principais características da biblioteca de escaneamento tridimensional a ser desenvolvida, utilizando a tecnologia LiDAR e analisando seus Requisitos Funcionais e Requisitos Não Funcionais, bem como a metodologia de pesquisa e o cronograma que será seguido no decorrer do projeto.

3.1. JUSTIFICATIVA

No Quadro 1 será elencado as principais características da biblioteca e contrapor a implementação nos trabalhos correlatos.

2 Quadro 1 - Comparativo dos trabalhos correlatos.

1 Hum, não faz sentido ... foi você quem criou está imagem .. não pegasse do aplicativo ou do site do aplicativo?

2 Não separar a legenda do quadro com quebra de página.

Trabalhos Correlatos Características	Vogt, Rips, Emmelmann (2021)	Loura <i>et al.</i> (2018)	Polycam (2021)
Utiliza a tecnologia LiDAR	Não, pois justifica não ser eficiente	Não	Sim
Faz Escaneamento de objetos 3D	Sim	Sim	Sim
Utiliza dispositivos móveis da Apple	Sim	Não	Sim
É código aberto (Open Source)	N/A*	Sim	Não
Disponibiliza objetos 3D para manipulação externa	N/A*	Sim	Sim, porém com custo monetário
Objetos grandes e pequenos testados	Apenas Objetos Pequenos	Apenas Objetos Pequenos	N/A*
Adversidades de exposição de luz, cor e formato do objeto são testados	Não	Apenas Formato do Objeto	N/A*
*Não se aplica.			

Fonte: elaborado pelo autor.

Como é observado no Quadro 1, a pesquisa de Vogt, Rips e Emmelmann (2021) utilizam o LiDAR em testes preliminares, porém julgam não ser eficiente para fazer o escaneamento de objetos pequenos por sua baixa qualidade de renderização de *mesh* (quantidade de polígonos) nos objetos 3D. Uma peça de lego é utilizada pelos autores, e, como observado na Figura 2 na seção de trabalhos correlatos do estudo atual, o LiDAR é incapaz de extrair todas as características do objeto.

O dispositivo utilizado pelos autores para os testes foi o iPad Pro 2020, que será o mesmo utilizado para testes no presente estudo e, embora a pesquisa considere cor, posição do objeto e iluminação do ambiente, os autores apenas utilizam objetos pequenos não contemplando a possibilidade de utilizar o LiDAR para o escaneamento de peças maiores.

Já Loura *et al.* (2018) apresentam uma solução de baixo custo baseado no Kinect da Microsoft, que é um sensor que cria uma nuvem de pontos e é capaz de remodelar os objetos a partir desses pontos. Adicionalmente, para ter uma maior qualidade na imagem, os autores usam uma câmera digital, com a capacidade de tirar fotos em alta resolução (ou do inglês, Full HD). Ao final do escaneamento, um objeto CAD é gerado para que possa ser manipulado em um editor 3D. A pesquisa não utiliza dispositivos móveis, ao invés disso, foca em um Kinect conectado a um computador e agrega uma câmera digital para a melhor captura de texturas para os objetos. Os objetos escolhidos pelos autores são obras arqueológicas de pequeno porte com detalhes nos seus formatos que são difíceis de serem escaneados, porém, além desse fator, nenhuma outra adversidade é testada, como cores fortemente diferentes e iluminações estouradas. Assim como o trabalho de Loura *et al.* (2018) o presente estudo pretende permitir o escaneamento de objetos e sua disponibilização em objetos CAD. A diferença de tecnologia nos permitirá comparar pontos positivos e negativos no escaneamento utilizando LiDAR além de servir como referência quando se trata de testes possíveis para garantir a qualidade da biblioteca.

Em relação ao Polycam (2021), que é um software comercial disponível na AppStore, loja de aplicativos da Apple – possui uma versão gratuita, que permite o escaneamento de objetos e uma versão paga, que permite uma exportação desses objetos em 3D – dispõe da capacidade de fazer digitalizações utilizando LiDAR dos dispositivos Apple. Sua precisão para o escaneamento é satisfatória quando se trata de um objeto grande, porém, assim como nos testes de Vogt, Rips e Emmelmann (2021), quando é escaneado um objeto pequeno, maior parte das características não são extraídas, deixando o objeto incompleto.

A partir dos trabalhos correlatos, pode-se perceber que não há uma forma de código aberto e gratuita atualmente para fazer o escaneamento de objetos 3D utilizando o sensor LiDAR dos dispositivos Apple. Os estudos de Vogt, Rips e Emmelmann (2021) se direcionam para o TrueDepth dos dispositivos não considerando viável o LiDAR, por outro lado, os estudos de Loura *et al.* (2018) expõem uma solução interessante que pode ser base para o estudo atual, porém utilizando outra tecnologia que é o Kinect. E o Polycam (2021), tem muitas das funcionalidades propostas pelo trabalho atual, porém de forma paga. Assim, o trabalho atual se propõe a criar uma biblioteca que, de forma gratuita e de código aberto, possa fazer o escaneamento e a exportação de objetos 3D utilizando o LiDAR dos dispositivos da Apple.

3.2. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Os requisitos da biblioteca são:

1  
O quadro deve ser centralizado entre as margens esquerda e direita.

2  
na Figura 2, o LiDAR

3  
De qual trabalhos?



- a) permitir que o usuário faça o escaneamento de objetos tridimensionais (Requisito Funcional – RF);
- b) permitir que o usuário faça a exportação de objetos tridimensionais (RF);
- c) permitir que o usuário visualize os objetos escaneado (RF);
- d) a biblioteca deve manter um histórico dos escaneamentos realizados (RF);
- e) o ambiente de desenvolvimento será no XCode (Requisito Não Funcional – RNF);
- f) utilizar ARKit da Apple para o desenvolvimento (RNF);
- g) ser compatível com os dispositivos iPad Pro 2020, iPhone 12 Pro e iPhone 12 Pro Max (RNF);
- h) ser desenvolvido para **IOS** (RNF).

3.3. METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- a) levantamento bibliográfico: estudar as documentações do ARKit e realizar uma revisão sobre LiDAR, escaneamento 3D, desenvolvimento para dispositivos **IOS** utilizando XCode em artigos e trabalhos acadêmicos que auxiliem na criação do projeto;
- b) reavaliação dos requisitos: caso se mostre necessário, serão levantados ou removidos requisitos que não façam mais sentido estarem presentes, após o levantamento bibliográfico;
- c) levantamento de adversidades: para que os testes sejam assertivos, será criado casos de testes, considerando diversos tipos de objetos, variando suas cores, formatos e tamanhos em múltiplos cenários, levando em consideração a iluminação do ambiente;
- d) modelagem da arquitetura: dada todas as considerações anteriores, será construído um diagrama, considerando as definições Unified Model Language (UML), contemplando a arquitetura e os casos de uso para o software, utilizando a ferramenta Draw.io;
- e) desenvolvimento: considerando os requisitos levantados será desenvolvida a biblioteca utilizando o ARKit da Apple e uma aplicação teste que consumirá a biblioteca para testes;
- f) testes dos requisitos: durante o desenvolvimento, serão mapeados testes automatizados, unitários e de integração se baseando nos requisitos funcionais levantados, garantindo que o objetivo do projeto foi concluído;
- g) **Testes de usabilidade**: após os testes de requisitos, a biblioteca será utilizada em uma aplicação onde serão executados testes manuais para verificar a capacidade de uso em diferentes dispositivos.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma											
Etapas / quinzenas	2022										
	fev.		mar.		abr.		maio		jun.		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Levantamento bibliográfico											
Reavaliação dos requisitos											
Levantamento de adversidades											
Modelagem da arquitetura											
Desenvolvimento											
Testes dos requisitos											
Testes de usabilidade											

Fonte: elaborado pelo autor.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo predispõe de uma descrição breve dos assuntos abordados neste projeto, dentre eles estão softwares *open source* (código aberto), LiDAR e escaneamento tridimensional.

*Open source*, como definido pela Open Source Initiative (2007), vai além de apenas ter o código fonte aberto para a visualização. Se trata de uma série de regras que define que o código pode ser reutilizado, distribuído e incrementado por qualquer pessoa ou empresa não discriminando nenhum grupo. Além disso ainda define que o software deve permitir a utilização de todas as suas funcionalidades, desde que sejam seguidas as regras de licenciaturas estabelecidas que mantêm os direitos dos autores preservados. Assim, foi optado a adoção de um código aberto para esse desenvolvimento, agregando na comunidade de pesquisa. Esse projeto não tem como intenção desenvolver um software comercial.

LiDAR, como já discursado no decorrer do presente estudo, é uma tecnologia promissora que com sua adição em dispositivos móveis se torna mais atraente ao consumidor final. Na área florestal, como **indagam Bauwens, Sébastien et al. (2016)**, já vem sendo estudada a possibilidade da utilização de sensores LiDAR

1  
iOS

2  
iOS

3  
testes

4  
indagam Bauwens (2016), já

portáteis, pois a metodologia de escaneamento aéreo não é capaz de destacar todos os elementos das florestas, onde um escaneamento de campo poderia resultar em um detalhamento mais abrangente das árvores. Com a chegada desse sensor nos dispositivos Apple, caso a tecnologia se prove eficiente, esta pesquisa poderia ser feita até mesmo por um aparelho celular.

Além da área florestal, o escaneamento tridimensional é muito útil para preservação histórica. No trabalho de Gonzo *et al.* (2007) foram utilizados diversos métodos de modelagem 3D com o intuito de catalogar monumentos históricos na Itália. Dentro eles é



Todas as referências bibliográficas  
devem ser citadas no texto.  
E todas as citações devem  
ter uma referência bibliográfica.

Usar as normas da ABNT nas referências.

alencado a modelagem baseada em imagem e o escaneamento a  
imagem se trata de uma técnica que através de uma imagem  
e se assemelhe ao real e, posteriormente, mapeia-se a imagem  
e sombras das imagens como ponto de referência para montar  
com outros métodos, esse escaneamento necessita que a  
ando os autores, são consideravelmente difíceis de atingir e o  
é consideravelmente alto. Outro método de modelagem é o  
ecido como LiDAR. Utilizando essa forma de escaneamento e  
mbientes complexos para um objeto 3D, Gonzo *et al.* (2007) é  
riação das modelagens, que é utilizado neste estudo.



Na versão final do artigo verificar se  
quadros, figuras, tabelas, legendas, fontes  
não se separam nas quebras de páginas

## REFERÊNCIAS

BAUWENS, Sébastien; BARTHOLOMEUS, Harm; CALDERS, Kim; LEJEUNE, Philippe. Forest Inventory with Terrestrial LiDAR: a comparison of static and hand-held mobile laser scanning. **Forests**, Basel, v. 7, n. 12, p. 127, 21 jun. 2016. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/f7060127>.

GIONGO, Marcos; KOEHLER, Henrique Soares; MACHADO, Sebastião do Amaral; KIRCHNER, Flavio Felipe; MARCHETTI, Marco. LiDAR: princípios e aplicações florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Curitiba, v. 30, n. 63, p. 231-244, 28 out. 2010. Embrapa Florestas. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4336/2010.pfb.30.63.231>.

GONZO, L.; VOLTOLINI, F.; GIRARDI, S.; RIZZI, A.; REMONDINO, F.; EL-HAKIM, S.F. Multiple Techniques Approach to the 3D Virtual Reconstruction of Cultural Heritage. *In*: Eurographics Italian Chapter Conference, número do evento em algarismo arábico., 2007, Trento. **Anais R. De Amicis and G. Conti**. p. 213 – 216. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2312/LocalChapterEvents/ItalChap/ItalianChapConf2007/213-216>.

LOURA, Daniel de Sousa Alves; OLIVEIRA, Yuri de Matos Alves de; RAIMUNDO, Pedro Oliveira; AGÜERO, Karl Philips Apaza. Reconstrução 3D de Objetos com Kinect e Câmera Digital. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação**, Bahia, v. 16, n. 6, p. 1-17, 8 dez. 2018. Sociedade Brasileira de Computacao - SB. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/reic.2018.1077>.

NASSIF, Felipe de Barros **A Tecnologia LiDAR Aplicada A Medições Eólicas Sobre Corpos Hídricos e Oceano**. 2017. p. 113. Pós-Graduação em Engenharia Mecânica – UFSC, Florianópolis.

OPEN SOURCE INITIATIVE. **The Open Source Definition (Annotated)**. 2007. Disponível em: <https://opensource.org/osd.html> Acesso em: 20 set 2021.

POLYCAM. **FAQ**. 2021 Disponível em: <https://poly.cam/learn> Acesso em: 20 set 2021.

RIGUES, Rafael. **Snapchat será um dos primeiros apps a usar o Lidar no iPhone 12 Pro**. 2020. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2020/10/14/noticias/snapchat-sera-um-dos-primeiros-apps-a-usar-o-lidar-no-iphone-12-pro/>. Acesso em: 20 set. 2021.

VOGT, Maximilian; RIPS, Adrian; EMMELMANN, Claus. Comparison of iPad Pro®'s LiDAR and TrueDepth Capabilities with an Industrial 3D Scanning Solution. **Technologies**, Basel, v. 9, n. 2, p. 25, 7 abr. 2021. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/technologies9020025>.

ASSINATURAS



(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

Centralizado

Assinatura do(a) Aluno(a): \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) Orientador(a): \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) Coorientador(a) (se houver): \_\_\_\_\_

Observações do orientador em relação a itens não atendidos do pré-projeto (se houver):



FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR TCC I

Acadêmico(a): \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico(a): \_\_\_\_\_

Avaliador(a): \_\_\_\_\_

ASPECTOS AVALIADOS <sup>1</sup>		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	O problema está claramente formulado?			
	1. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	2. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	3. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?			
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?			
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?			
	4. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	5. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	7. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?			
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			

PARECER – PROFESSOR AVALIADOR:  
(PREENCHER APENAS NO PROJETO)

O projeto de TCC ser deverá ser revisado, isto é, necessita de complementação, se:

qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;

pelo menos 5 (cinco) tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER: ( ) APROVADO ( ) REPROVADO

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.