

## SISTEMAS DE LOCALIZAÇÃO: EXPLORANDO A IPS

Djonathan Krause

Dalton Solano dos Reis

### 1 INTRODUÇÃO

Segundo Mackey (2017, p. 823, tradução nossa) “O surgimento da internet das coisas (IoT) e, especificamente, edifícios e casa inteligentes gerou um aumento no desejo por serviços de localização interna”. Atualmente, o sistema mais utilizados para localização é o *Global Position System* (GPS) (BRAMHE, 2017). Entretanto, segundo Ayres (2008) como a margem de erro do GPS pode ser de até 15 metros dependendo da qualidade do equipamento, há grandes restrições para outras aplicações. Ambientes internos são muito mais complexos e desafiadores devido ao grande número de obstáculos e *layouts* que podem ter (HAN, 2013). O GPS tem limitações como precisão, velocidade e custo para projetos em ambientes internos. Assim não sendo muito utilizado para aplicações como automação e controle industrial, auxílio a deficientes visuais ou roteirizações de emergência, por exemplo.

Grafos são estruturas de grande importância em relação a rotas e mapas. Segundo (FEOFILOFF; KOHAYAKAWA; WAKABAYASHI, 2011, p. 5-7):

A teoria dos grafos estuda objetos combinatórios — os grafos — que são um bom modelo para muitos problemas em vários ramos da matemática, da informática, da engenharia e da indústria. Muitos dos problemas sobre grafos tornaram-se célebres porque são um interessante desafio intelectual e porque têm importantes aplicações práticas.

Um mapa representado por um grafo deve utilizar uma especificação técnica do edifício. A equipe Arquidicas (2018) afirma que:

A planta baixa é um desenho técnico que representa um corte a um metro e meio a partir da base da casa ou edifício, ele é feito em uma determinada escala com as medidas reais do imóvel. Hoje em dia esse termo planta baixa é pouco utilizado, sendo mais comum a utilização do termo planta térrea, planta do pavimento térreo ou ainda planta do andar térreo.

Portanto, como se trata de uma representação técnica, uma planta baixa pode ser usada como uma base confiável para a análise das estruturas de um edifício.

Visto isso, propõe-se o estudo sobre o uso de tecnologias e métodos que permita a localização em ambientes internos onde a margem de erro seja crítica.

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo é definir uma metodologia para aplicar teste de localização em espaços internos.

Os objetivos específicos são:

- a) criar uma infraestrutura que permita validar a metodologia definida;
- b) testar e analisar os resultados obtidos.

## 2 TRABALHOS CORRELATOS

São apresentados três trabalhos correlatos que possuem características semelhantes as propostas por este estudo. A seção 2.1 descreve o Amazon Robotics, projeto da empresa global Amazon.com que utiliza robôs para efetuar os processos em seus armazéns e que segundo Li e Liu (2016, p. 1) faz com que este processo seja mais conveniente, efetivo e rápido. Na seção 2.2 há detalhes do Google Indoor, extensão do Google Maps que permite navegação por ambientes internos e que gera seu próprio tipo de mapa indoor a partir de plantas de edificações disponibilizadas pelos usuários (SAROT, 2015). Na última seção, 2.3, é abordado o projeto desenvolvido por Rocha (2016) onde um sistema capaz de montar rotas e mostrar mapas a partir de uma planta baixa foi desenvolvido.

### 2.1 AMAZON ROBOTICS

A Kiva Systems é uma empresa que foi fundada em 2003 e que em 2012 passou a se chamar Amazon Robotics após ser comprada pela Amazon.com. (KOLODNY, 2017). Segundo Kim (2016), a aquisição permitiu que em dois anos a empresa pudesse cortar 20% de custos operacionais, cerca de 22 milhões para cada centro de distribuição onde o sistema é utilizado. Tecnologias como robôs autônomos, percepção de linguagem, sistema de energização, visão computacional, aprendizado de máquina, reconhecimento de objetos e uma precisa localização dos robôs são utilizadas nos armazéns.

Segundo D'Andrea (2012, p. 638, tradução nossa) diz que: “A ideia central dos robôs utilizados pela Amazon em seus armazéns é efetuar a movimentação do inventário até o operador, evitando assim que ele tenha que caminhar até os itens para separá-lo [...]”. D'Andrea (2012, p. 638) propõe alguns objetivos para criação de uma nova geração de sistemas robóticos. Um desses objetivos é a criação de um sistema *Indoor Positioning System* (IPS) que tenha características semelhantes a de aparelhos GPS de baixo custo e peso, e que seja capaz de prover informação de posição com uma acuracidade de centímetros.

Conforme demonstrado na Figura 1, os robôs são equipados com câmeras. A localizada na parte inferior é utilizada para a leitura do código de barras que ficam no chão do depósito. Assim é possível identificar sua rota e posicionamento (LI, LIU, 2016).

Figura 1 - Localização dos Amazon Robots



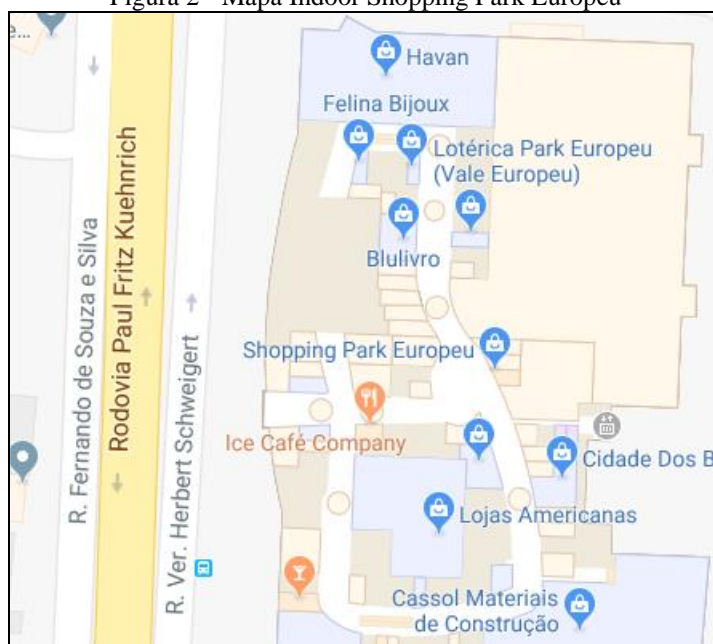
Fonte: Bhattacharya (2016); (Li, Liu, 2016), respectivamente.

## 2.2 GOOGLE INDOOR

O *Google Maps Indoor* (GMI) é uma ferramenta criada pela Google que estende o uso do Google Maps para uma visão do interior de edifícios. Como demonstrado na Figura 2, se o edifício possuir o mapeamento interno, é possível visualizar detalhes do prédio. Zhang (2014, p. 11, tradução nossa) diz que o *Google Maps Indoor* (GMI) é: “[...] o único sistema de navegação indoor disponível para teste público [...]”. Ainda, segundo Zhang (2014, p. 13, tradução nossa):

Para quantificar a precisão da localização da GMI, realizamos testes em 30 posições escolhidas aleatoriamente em cada um dos cinco shoppings [...]. Quatro shoppings têm erro médio de localização de 20 metros ou mais, o que dificilmente pode ser usado para indoor localização.

Figura 2 - Mapa Indoor Shopping Park Europeu

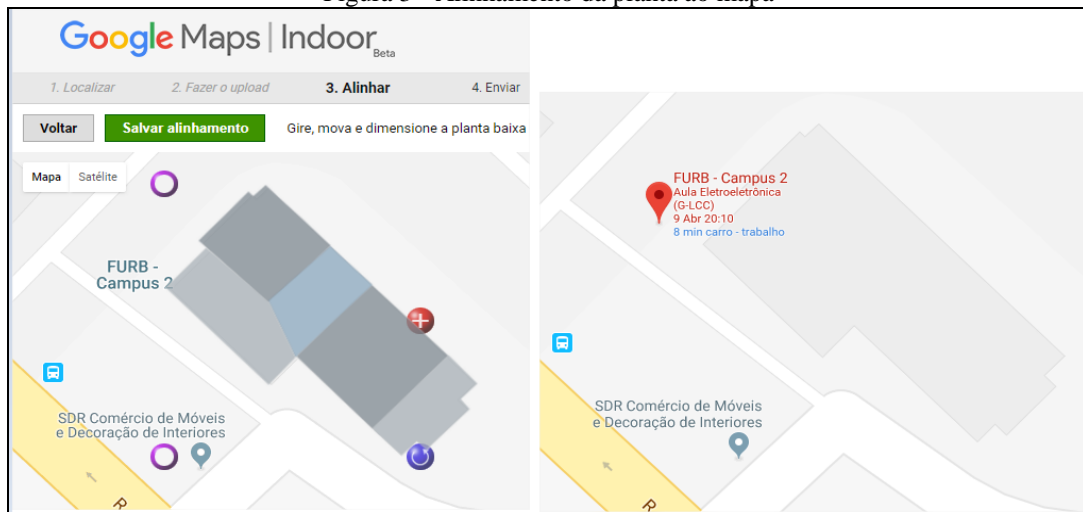


Fonte: Print screen da ferramenta.

A Figura 2 demonstra o mapa *indoor* do Shopping Park Europeu localizado na cidade de Blumenau em Santa Catarina. Ao aproximar o estabelecimento no mapa com o *zoom*, os detalhes da arquitetura interna são revelados bem como algumas das lojas disponíveis no estabelecimento.

O mapeamento é feito a partir do *upload* de uma imagem que representa a planta baixa do edifício. Feito isso, o sistema irá solicitar o alinhamento da imagem conforme o mapa. Na esquerda da Figura 3 há uma demonstração onde a imagem utilizada como planta baixa está posicionada conforme as delimitações do prédio do campus 2 da FURB que foi utilizado como exemplo. A direita é possível ver o mesmo ponto no mapa, porém sem o alinhamento.

Figura 3 - Alinhamento da planta ao mapa

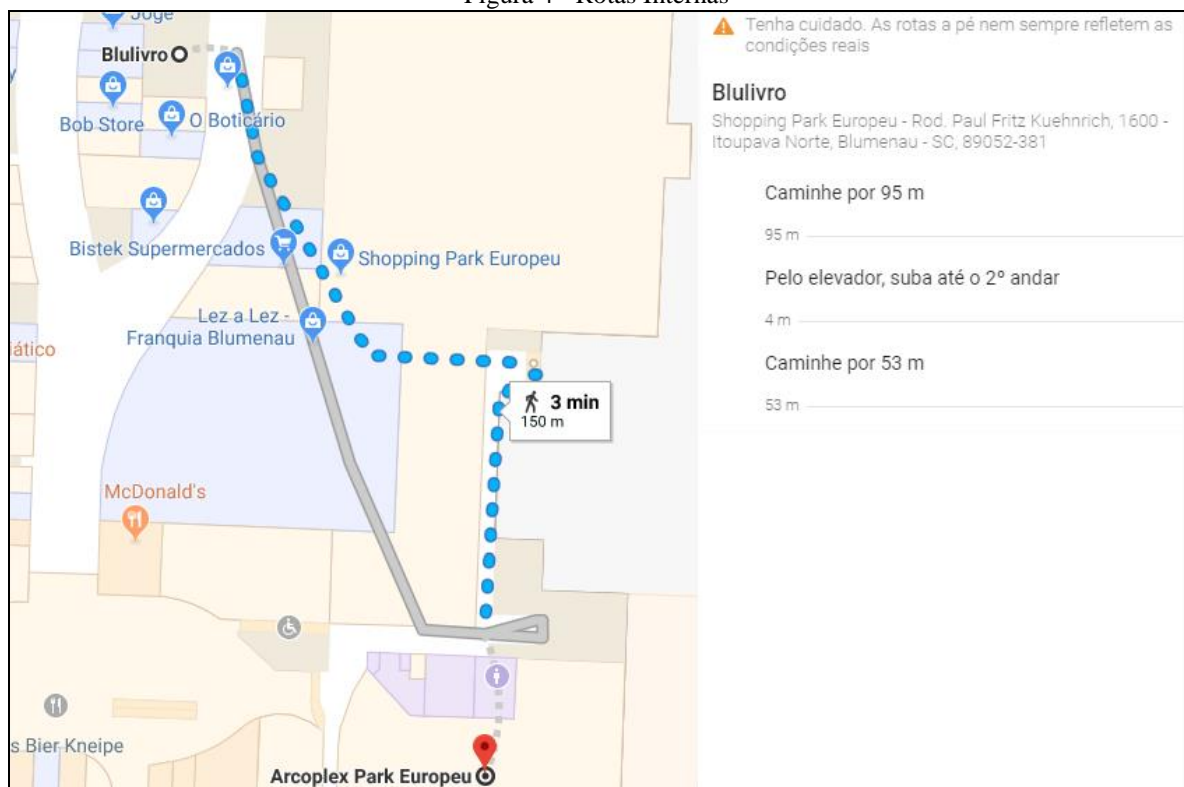


Fonte: Print screen da ferramenta.

A Figura 4 demonstra que a ferramenta permite criar rotas de um ponto específico do edifício até outro apresentando além da rota no mapa, um passo a passo da mesma. Entretanto, como é possível ver, a própria ferramenta nos dá um aviso de que as rotas podem não refletir as condições reais do prédio. Alguns fatores que causam a falta de precisão são:

- o ambiente físico pode ter alterações que não são atualizadas na ferramenta;
- o mapeamento feito é limitado visto que o IPS utilizado não oferece todos os recursos necessários para uma localização mais precisa.

Figura 4 - Rotas Internas



Fonte: Print screen da ferramenta.

A rota apresentada na Figura 4 sugere um caminho representado no mapa com um pontilhado azul que vai do ponto A ao ponto B. O caminho também é feito de forma descritiva com um passo a passo de como é o caminho que o usuário fará para chegar ao seu destino.

### 2.3 FURB-MOBILE: SISTEMA MÓVEL MULTIPLATAFORMA PARA NAVEGAÇÃO EM ROTAS INTERNAS

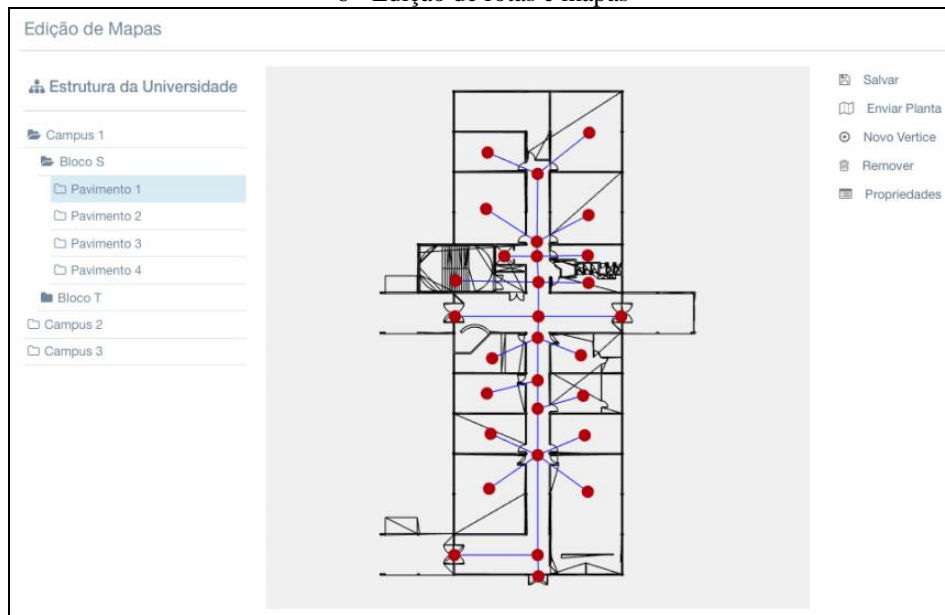
O trabalho de Rocha (2016) consiste em um sistema onde é possível carregar uma planta baixa com o formato OBJ que são geradas pelo editor gráfico *SketchUp* e editar rotas tendo como base a planta carregada no sistema. Como a Figura 5 exemplifica, o sistema apresenta uma janela onde o usuário seleciona a planta baixa de tipo OBJ para enviar e carregar na aplicação.

5 - Janela de envio de planta baixa

Fonte: Rocha (2016).

Após carregar a planta baixa no sistema, é possível efetuar a edição dos mapas e rotas. Na edição, vértices podem ser adicionados ao mapa. Um vértice pode ter três tipos, conector, terminal ou acesso. Segundo este autor (2016), “O tipo conector é normalmente o mais utilizado, pois deve ser utilizado para representar uma conexão, esquina ou curva no caminho”. Já o tipo terminal é “[...] um ponto de início ou parada, uma sala, um banheiro, entre outros, ou seja, um lugar para onde, ou de onde, o usuário pode ir ou esta” (ROCHA, 2016), ainda segundo o autor. Por fim, Rocha (2016, p.46) explica que o vértice de tipo acesso cria uma aresta, ou seja, uma ligação entre o vértice de origem e o escolhido como destino. Um acesso permite o cadastro de uma custo em metros que represente a distância entre os pontos. As coordenadas geográficas são propriedades tanto dos vértices quanto dos blocos da construção.

## 6 - Edição de rotas e mapas



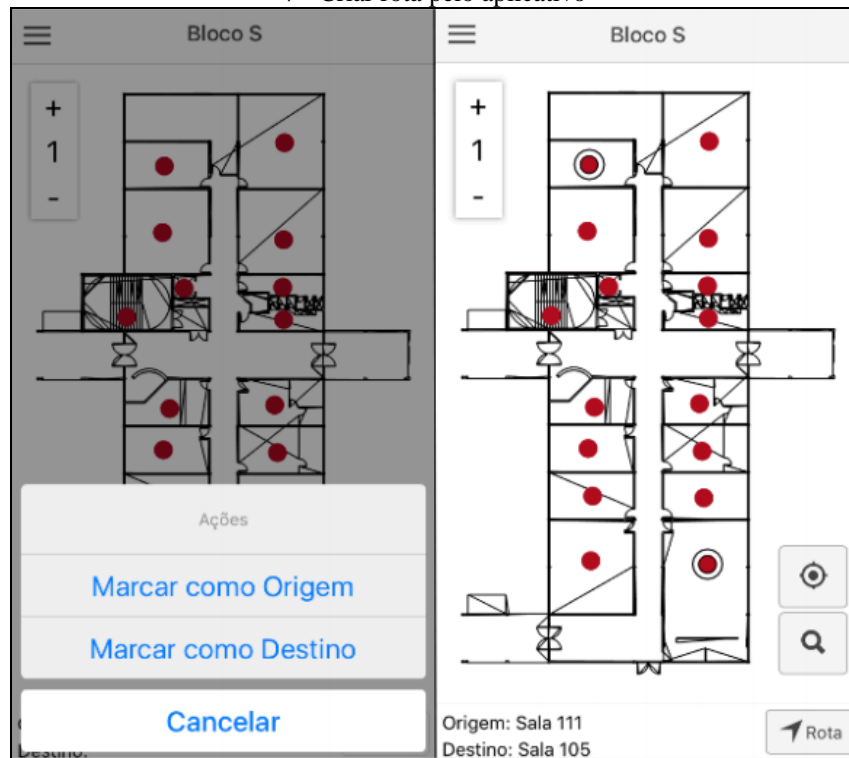
Fonte: Rocha (2016).

A **figura 6** mostra a tela de edição de mapas e criação de rotas. Os pontos vermelhos são os vértices que podem ser conectores, terminais ou acessos e as linhas azuis são as arestas ou ligações entre os vértices. É possível ver no lado esquerdo que o sistema permite o cadastro de um edifício com mais de um pavimento além de organizar construções que tenham mais de um prédio em blocos ou setores como foi exemplificado com os blocos e campus da FURB.

O trabalho de Rocha também disponibilizou um aplicativo móvel para que o usuário possa navegar por um mapa carregado e configurado na aplicação. Ao iniciar o aplicativo o usuário pode escolher um vértice de origem e outro de destino clicando sobre ele como demonstrado na **figura 7**.



## 7 - Criar rota pelo aplicativo

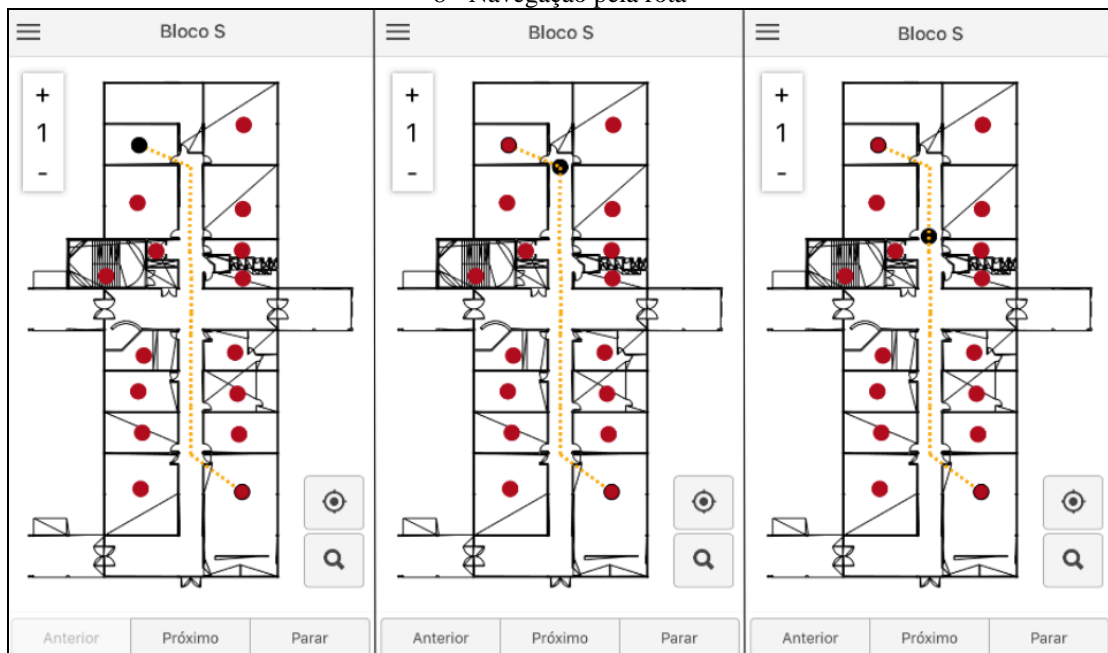


Fonte: Rocha (2016).

Feita a seleção da rota desejada, o usuário poderá navegar por ela clicando no botão rota no canto inferior direito. A rota de menor custo entre os pontos será calculada e apresentada. Para navegar o usuário irá utilizar os botões disponíveis na parte inferior da tela como demonstrado na **figura 8**. O autor explica que:

Caso o próximo vértice esteja em um outro pavimento ou bloco, o mapa será automaticamente alternado para o pavimento e/ou bloco onde encontrasse o outro vértice, que será apresentado ao usuário, juntamente com o restante da rota em forma de linha pontilhada. (ROCHA, 2016)

## 8 - Navegação pela rota



Fonte: Rocha (2016).



### 3 PROPOSTA

Neste capítulo é apresentada a justificativa para o desenvolvimento do projeto, os requisitos principais e a metodologia de desenvolvimento que será utilizada.

#### 3.1 JUSTIFICATIVA

O Quadro 1 demonstra um comparativo entre os trabalhos correlatos apresentados.

Quadro 1 – Comparativo entre os trabalhos correlatos e o aqui proposto

Trabalhos	Amazon Robots (Li; Liu, 2016)	Google Indoor (SAROT, 2015)	FURB-Mobile (Rocha, 2016)
Características			
aborda localização indoor	Sim	Sim	Sim
aborda análise de uma planta baixa	Não identificado	Sim	Sim
utiliza sensores para localização	Sim	Não	Sim
gera rotas a partir dos mapas	Sim	Sim	Sim
plataforma	Não identificado	Multiplataforma	Multiplataforma

Fonte: elaborado pelo autor.

Tento como base o quadro comparativo é possível perceber que o trabalho de Rocha (2016), o Google Indoor e o trabalho aqui proposto permitem a utilização do sistema, ou parte dele, em diversos dispositivos visto que são multiplataforma.

As aplicações desenvolvidas por Rocha (2016) e Amazon Robotics utilizam sensores para determinar a localização atual do dispositivo. Rocha utilizou o Cordova para fazer uma comunicação com o GPS do dispositivo onde a aplicação é executada. A Amazon Robotics utiliza sensores de presença para analisar a posição atual do dispositivo de forma precisa. O IPS proposto também utilizará recursos de hardware para conseguir detalhar de forma precisa a posição atual do dispositivo em relação à sala mapeada.

Como explicado por D'Andrea (2012, p. 638-639) o estudo aqui proposto é de grande relevância para o desenvolvimento de uma nova geração de sistemas robóticos onde a localização precisa dos robôs é de grande importância. O estudo de maneira geral propõe uma contribuição para sistemas e IPSs onde uma localização mais precisa do que a maioria dos GPSs é oferecida.

#### 3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O sistema deverá:

- permitir ao usuário navegar por um ambiente *indoor* demonstrando sua localização atual (Requisito Funcional - RF);

- b) permitir ao usuário definir uma rota a partir de um ponto A até um ponto B (RF);
- c) efetuar o cálculo de melhor caminho a partir da rota especificada pelo usuário (RF);
- d) permitir a disponibilização das rotas calculadas para integração com outras aplicações (RF);
- e) utilizar os periféricos do dispositivo móvel para auxiliar na determinação da localização (RF);
- f) ser desenvolvido utilizando o *framework* Ionic (Requisito Não Funcional - RNF);
- g) o aplicativo deve se comunicar com o servidor por requisições do tipo REST (RNF);
- h) a aplicação deverá utilizar o banco de dados MySQL (RNF).

### 3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- a) levantamento bibliográfico: realizar pesquisas sobre localização *indoor* e desenvolvimento de aplicativos multiplataforma;
- b) elicitação de requisitos: detalhar e reavaliar os requisitos especificando novos, caso necessário;
- c) especificação: formalizar funcionalidades do sistema através de diagramas de classe e atividades de acordo com a *Unified Modeling Language* (UML);
- d) implementação: implementar a aplicação para localização *indoor*;
- e) testes: definir e executar cenários de teste para garantir o funcionamento da aplicação nos aspectos de funcionalidade.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma

Etapas	Quinzenas		2018									
			ago.		set.		out.		nov.		dez.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
levantamento bibliográfico												
levantamento de requisitos												
especificação												
implementação												
testes												

Fonte: elaborado pelo autor.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo descreve brevemente os assuntos que fundamentarão o estudo a ser realizado: sistemas de localização em ambientes internos (IPS). Na seção 4.1 é comentado sobre o serviço de navegação global (GNSS). A seção 4.2 apresenta o conceito de IPS e demonstra algumas tecnologias que são utilizadas para a implementação deste. Na seção 4.3 o módulo NEO-M8P da empresa u-blox é apresentado. Por fim a seção 4.4 fala sobre o *framework* para desenvolvimento multiplataforma *Ionic*.

### 4.1 GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM (GNSS)

O Global Navigation Satellite System (GNSS) é o conjunto de vários sistemas de localização que utilizam satélites artificiais que tem a finalidade de garantir uma melhor geometria, disponibilidade, integridade e confiança (VETTORAZZI, 2016). Segundo Alves (2013, p. 9) “Os principais sistemas globais que compõem o GNSS são: Global Positioning System (GPS), Global’naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS), Galileo e mais recentemente o Beidou/Compass”.

O GPS foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América para poder determinar o posicionamento instantâneo e velocidade de um ponto no globo terrestre. Inicialmente utilizado apenas para fins militares, o GPS foi liberado para o uso civil em 1977 com algumas restrições (SCHALG, 2017).

O Galileo é o Sistema de navegação global por satélite europeu que oferece uma alta acuracidade e que garante o serviço de posicionamento global para civis. Galileo entrega a posição em tempo real com um alcance de metros. Todo o sistema, completamente implantado, consistirá em 24 satélites operacionais e mais seis sobressalentes em órbita. A finalização do sistema está prevista para 2020 (ESA, 2017).

GLONASS é um sistema que teve o desenvolvimento iniciado pela URSS e que foi herdado pela Rússia, sua atual mantedora. O sistema tem uma constelação de 25 satélites em órbita com 23 operacionais e um em fase de testes (SICKLE, 2018).

O sistema Chinês Beidou-1 começou com navegação regional e contava com 3 satélites e um reserva. O Beidou-2 ou Compass é a segunda geração do projeto que prevê ter uma constelação com 35 satélites distribuídos em seis planos orbitais e cobrir a localização em todo o globo até 2020 (SICKLE, 2018).

## 4.2 INDOOR POSITIONING SYSTEM (IPS)

Conforme Bramhe (2017, p. 1031, tradução nossa)

Um sistema de posicionamento interno (IPS) é uma solução para localizar objetos ou pessoas dentro de uma construção utilizando ondas de rádios, campos magnéticos, sinais acústicos ou outras informações coletadas por sensores móveis. O sistema de posicionamento global (GPS) é o mais amplamente usado sistema de posicionamento por satélite, que oferece cobertura máxima. Entretanto, o GPS não pode ser utilizado para um ambiente interno por causa da linha de visão (LoS) da transmissão entre os receptores e satélites.

Além das tecnologias que Bramhe cita, diversas outras como infravermelho, WLAN, reconhecimento de imagem, radiofrequência (RFID), ultra wideband (UWB), *bluetooth*, e mais, são utilizadas para prover navegação e posicionamentos em um ambiente interno (HAN, 2013). Figura 9 demonstra uma comparação entre algumas tecnologias utilizada na implementação de um IPS.

9 - Comparação entre tecnologias

Parameters						
Technology	Operating Frequency	Environment	Coverage (m)	Complexity	Cost	Accuracy
RFID	125-134 KHz, 860-960 MHz	Indoor	1–10	Low	Medium	1–2 (m)
Zigbee	2.4 GHz	Indoor	20–30	Low	Low	3–5 (m)
UWB	3.1-10.6 GHz	Indoor/Outdoor	50–60	Low	Medium/Low	20–30 (cm)
Bluetooth	2.4 GHz	Indoor/Outdoor	1–30	Low	Low	2–5 (m)
WLAN	2.4-5 GHz	Indoor/Outdoor	20–50	Low	Medium/Low	3–5 (m)

Fonte: Tank, 2017.

Algumas aplicações para um IPS são navegação em lojas, propaganda direcionada, organização de *tours* em museus, localização específica em hospitais, aeroportos ou armazéns, rotas de emergência, etc. (TANK, 2017).

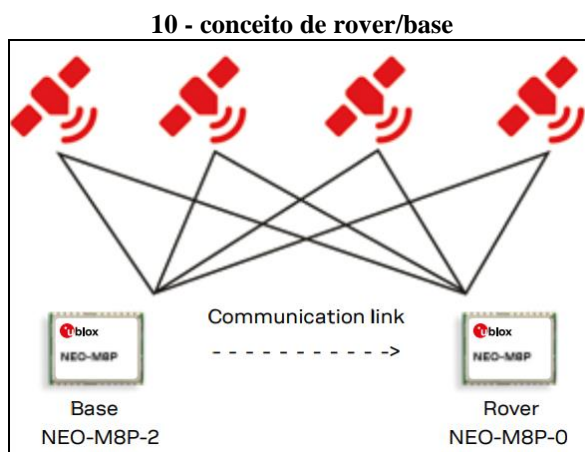
No trabalho de Haagmans (2017) um IPS foi implementado com a utilização de *beacons bluetooth*. A precisão máxima foi de 0.78 metros e a mínima de 1.07 metros. Uma combinação entre WLAN e visão computacional foi utilizada por Domingo (2017) onde a distancia média de erro foi de 0.44 metros. O posicionamento com *ultrawideband* (UWB) é feito de forma que dispositivos enviam sinais para a âncora e outro sinal é enviado de volta para o dispositivo para determinar o tempo total da viagem. Com o tempo da viagem determinado, é possível saber a distância entre os dispositivos e assim a posição deles (MARQUEZ, 2017). Marquez (2017) desenvolveu um IPS utilizando UWB onde a margem de erro foi em média de 0.36 metros. Em sua pesquisa e desenvolvimento de um IPS com a utilização de *beacons* ROCHA (2015) afirma que “[...] é possível obter informações do local e visualizar a localização no mapa, mesmo sem sinal de GPS”

### 4.3 MÓDULO NEO-M8P

NEO-M8P é um módulo produzido pela empresa u-blox. O NEO-M8P é capaz de prover a localização em uma escala de centímetros utilizando *Real Time Kinematic* (RTK), ou seja, em tempo real bem como sistemas integrantes do GNSS: GPS, GLONASS, Galileo, etc. Segundo U-blox (2017, p. 5, tradução nossa)

O RTK utilizado pela u-blox introduz o conceito de um “*rover*” (NEO-M8P-0) e uma “*base*” (NEO-M8P-2) na plataforma M8 para fornecer uma acuracidade a nível de centímetros em um ambiente de céu aberto. A estação base envia as correções via o protocolo RTCM para o *rover* pelo *link* de comunicação permitindo que o *rover* demonstre sua posição relativa a base em uma escala de centímetros.

A imagem 10 demonstra o conceito de rover e base utilizado pela u-blox.



Fonte: U-blox (2017).

Os módulos NEO-M8P são compatíveis com várias tecnologias de comunicação como Wi-Fi, bluetooth, entre outros. O sistema pode receber informações de múltiplos sistemas GNSS como por exemplo a combinação entre GPS e GLONASS, que é a configuração padrão. Uma combinação entre o GPS e BeiDou também pode ser utilizada (U-BLOX, 2017).

O rover pode fornecer a posição relativa a sua base, conforme U-blox (2017, p. 8, tradução nossa) “No modo RTK o rover irá calcular sua posição relativa à base. A posição relativa pode ter a melhor acuracidade a nível de centímetros”. A base pode ser configurada no modo estático. Para isso a antena da base pode ser posicionada em coordenadas fixas que irão prover a melhor acuracidade possível para o rover. Não é necessário fornecer coordenadas prévias da localização da antena da base visto que ela própria pode determinar sua posição. A base também pode ser configurada no modo de movimentação onde nenhuma coordenada é previamente fornecida para a antena. Tanto o rover como a base podem se mover enquanto a posição é calculada (U-BLOX, 2017).

#### 4.4 IONIC

O Ionic é um framework focado em desenvolvimento de aplicativos móveis multiplataforma (IONIC, 2018a). Conforme Ionic (2018a, p. 1, tradução nossa) “Aplicativos híbridos são essencialmente pequenos websites rodando em um navegador que tem acesso a camada nativa da plataforma”.

Angular e Cordova são dois frameworks fundamentais utilizados pelo Ionic. Angular é um framework fundamental para o Ionic que incrementa suas funcionalidades. Ele é responsável pela parte de organização de código e também oferece ferramentas que auxiliam a codificação fazendo com que o desenvolvimento tenha padrões e seja mais rápido e prático (IONIC, 2018b). Já o Cordova que é um framework para desenvolvimento de aplicações *mobile* é utilizado para fazer a comunicação com funcionalidades e o *hardware* do dispositivo como câmera, acelerômetro e GPS (CORDOVA, 2018).

A linguagem utilizada para o desenvolvimento é o TypeScript junto com *HyperText Markup Language* (HTML) e *Cascading Style Sheets* (CSS). Entretanto, como explicado por PIRES (2017) “quando uma aplicação Angular é compilada ocorre um processo chamado de ‘*Transpile*’ que transforma o TypeScript para JavaScript [...]”.

Por fim, é possível dizer que o desenvolvimento de aplicativos híbridos permite uma maior velocidade na codificação visto que não se faz necessário desenvolver uma versão da aplicação para cada sistema operacional em que se deseja disponibilizá-la.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Daniele et al. **GNSS: status, modelagem atmosférica e métodos de posicionamento**. 2013. 6f. Artigo científico. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013. Disponível em: <<http://www.fct.unesp.br/Home/Pesquisa/GEGE/1612-5037-1-pb.pdf>> Acesso em: 19 abr. 2018.
- ARQUIDICAS. **Planta Baixa - O Guia Completo**. 2018. Disponível em: <<https://goo.gl/YR4ZMB>>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- AYRES, Marcelo. **Entenda como funciona o sistema de GPS**. 2008. Disponível em: <<https://goo.gl/ZZ5ZuP>>. Acesso em: 09 abr. 2018.
- BRAMHE, Manoj.v. et al. Indoor Positioning System using Magnetic Positioning and BLE beacons. **International Research Journal Of Engineering And Technology**, Nagpur, v. 4, n. 3, p.1031-1036, mar. 2017. Disponível em: <<https://www.irjet.net/archives/V4/i3/IRJET-V4I3254.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2018.
- D'ANDREA, Raffaello. A Revolution in the Warehouse: A Retrospective on Kiva Systems and the Grand Challenges Ahead. **IEEE Transactions On Automation Science And Engineering**, Zurich, v. 9, n. 4, p.638-639, 2012. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6295687&tag=1>>. Acesso em: 7 abr. 2018.
- DOMINGO, Jaime Duque et al. An Improved Indoor Positioning System Using RGB-D Cameras and Wireless Networks for Use in Complex Environments. **Sensors**, [s.l.], v. 17, n. 10, p.2-15, 20 out. 2017. Disponível em <<http://www.mdpi.com/1424-8220/17/10/2391/htm>> Acesso em: 12 mar. 2018.
- ESA. **What is Galileo?** Disponível em: <<https://goo.gl/z83poa>>. Acesso em: 20 de mar. 2018.
- FEOFILOFF, Paulo; KOHAYAKAWA, Yoshiharu; WAKABAYASHI, Yoshiko. **Uma Introdução Sucinta à Teoria dos Grafos**. 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/vbBYr2>>. Acesso em: 04 abr. 2018.
- HAAGMANS, G. G. et al. A Statistical Analysis On The System Performance Of A Bluetoothlow Energy Indoor Positioning System In A 3d Environment. **Isprs Annals Of Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences**, [s.l.], v. -2/4, p.319-326, 13 set. 2017. Copernicus GmbH. 2017. Disponível em: <[http://pure.tudelft.nl/ws/files/30249442/isprs\\_annals\\_IV\\_2\\_W4\\_319\\_2017.pdf](http://pure.tudelft.nl/ws/files/30249442/isprs_annals_IV_2_W4_319_2017.pdf)> . Acesso em: 10 mar. 2018.
- HAN, Zou et al. **An RFID Indoor Positioning System by Using Weighted Path Loss and Extreme Learning Machine**. 2013. Universidade de Tsinghua, Beijing, China. Disponível em: <<https://cloudfront.escholarship.org/dist/prd/content/qt2mg1s6ck/qt2mg1s6ck.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2018.
- IONIC. **Chapter 1: all about ionic**. [S.l.], 2018a. Disponível em: <<https://goo.gl/pmd13B>>. Acesso em 02 abr. 2018.
- IONIC. **Core Concepts**. [S.l.], 2018b Disponível em: <<https://ionicframework.com/docs/intro/concepts/>>. Acesso em 10 jun. 2018.



CORDOVA. **Overview**. [S.l.], 2018. Disponível em:

<<https://cordova.apache.org/docs/en/latest/guide/overview/index.html>>. Acesso em 09 jun. 2018.

KIM, Eugene. **Amazon's \$775 million deal for robotics company Kiva is starting to look really smart**. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/Azhs2u>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

KOLODNY, Lora. **The team who created Amazon's warehouse robots returns with a new robot named Chuck**. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/TnmJK1>>. Acesso em 09 abr. 2018.

LI, Jun-tao, LIU, Hong-jian. Design Optimization of Amazon Robotics. Automation, Control and Intelligent Systems, **Science Publishing Group**. Beijing, v. 4, n. 2, p. 48-52, 2016.

Disponível em:

<<http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.acis.20160402.17.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2018.

MACKEY, Andrew, SPACHOS, Petros. **Performance Evaluation of Beacons for Indoor Localization in Smart Buildings**. Universidade de Guelph, Guelph, Canadá, 2017.

Disponível em:

<[http://sist.shanghaitech.edu.cn/faculty/luoxl/class/2017Fall\\_EE251/GlobalSIP2017/pdfs/0000823.pdf](http://sist.shanghaitech.edu.cn/faculty/luoxl/class/2017Fall_EE251/GlobalSIP2017/pdfs/0000823.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2018.

MARQUEZ, Alvin. **Implementation of an Autonomous Small-scale**. 2017. 73 f. Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia Elétrica e da Computação, Universidade de Windsor, Windsor, Canadá. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/989Vpu>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

PIRES, Eduardo. **AngularJS, Angular 2, 4 e etc – Passando a confusão a limpo**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://www.eduardopires.net.br/2017/07/angularjs-angular-2-e-4-passando-confusao-limpo/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

ROCHA, Diego Tondim. **Tô Aqui: Aplicativo Para Georreferenciamento Em Ambientes Restritos**. 2015. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Curso de Ciência da Computação. Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2015. Disponível em:

<[http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/2015\\_1\\_diego-tondim-rocha\\_monografia.pdf](http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/2015_1_diego-tondim-rocha_monografia.pdf)>. Acesso em: 07 jun. 2018.

ROCHA, Marcus Otávio. **FURB-Mobile: sistema móvel multiplataforma para navegação em rotas internas**. 2016. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Curso de Ciência da Computação. Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2016. Disponível em:

<[http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/2016\\_1\\_marcus-otavio-rocha\\_monografia.pdf](http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/2016_1_marcus-otavio-rocha_monografia.pdf)>. Acesso em: 07 abr. 2018.

SAROT, Rhaíssa Viana. **Avaliação de mapas indoor para dispositivos móveis para auxílio à tarefa de orientação**. 2015. 135f. Dissertação (Mestrado). Curso de Ciências Geodésicas. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2Jian1K>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

SCHLAG, Fredy. **Monitoramento da agressividade na direção de caminhões através de acelerômetro e GPS**. 2017. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2017. Disponível em:

<[http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/2017\\_1\\_fredy\\_monografia.pdf](http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/2017_1_fredy_monografia.pdf)>. Acesso em: 07 mar. 2018.

SICKLE, Jan Van. **Chinese Beidou/Compass**. Disponível em: <<https://goo.gl/uwG4JL>>. Acesso em 21 de mar. 2018.

TANK, Brinda. **Identification and Mitigation of NLOS based on Channel Information Rules for Indoor UWB Localization**. 2017. 75 f. Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia Elétrica e da Computação, Universidade de Windsor, Windsor, Canadá. 2017. Disponível em: <<https://scholar.uwindsor.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=8303&context=etd>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

U-BLOX. **NEO-M8P**: u-blox M8 High Precision GNSS Modules. Disponível em: <<https://goo.gl/a7qJHt>>. Acesso em 27 de mar; 2018.

VETTORAZZI, Alberto. **GNSS - Global Navigation Satellite System: LEB 450 – topografia e geoprocessamento ii**. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/bQ1qyW>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

ZHANG, Chi. **Towards A Large Scale Indoor Localization Service with Crowdsensing Indoor Map Generation**. 2014, 121f. Tese (Doutorado). School of Computer Engineering, Nanyang Technological University, 2014. Disponível em: <<https://repository.ntu.edu.sg/handle/10356/65068>>. Acesso em: 02 mar. 2018.

**ASSINATURAS**

(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

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 (PROJETO) – PROFESSOR TCC I

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?			
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	3. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	4. 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?			
	5. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	6. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 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)?			
	8. 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)?			
	9. ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEXTO A organização e apresentação dos capítulos, seções, subseções e parágrafos estão de acordo com o modelo estabelecido?			
	10. ILUSTRAÇÕES (figuras, quadros, tabelas) As ilustrações são legíveis e obedecem às normas da ABNT?			
	11. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES As referências obedecem às normas da ABNT?			
	As citações obedecem às normas da ABNT?			
	Todos os documentos citados foram referenciados e vice-versa, isto é, as citações e referências são consistentes?			

### PARECER – PROFESSOR DE TCC I OU COORDENADOR DE TCC:

O projeto de TCC será reprovado se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 4 (quatro) itens dos **ASPECTOS TÉCNICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou
- pelo menos 4 (quatro) itens dos **ASPECTOS METODOLÓGICOS** 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.

## FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO (PROJETO) – 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?			
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	3. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	4. 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?			
	5. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	6. 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?			
	7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?			
	8. 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:

O projeto de TCC será reprovado, 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.