

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOMÁTICA
CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA

PERÍCIA ORIENTADA À SEGURANÇA VIÁRIA:
ESTUDO DE CASO EM TRECHO URBANO

CURITIBA
2016

FABIANE PIOVESAN DE MORAES
GIANE TRICHES

PERÍCIA ORIENTADA À SEGURANÇA VIÁRIA:
ESTUDO DE CASO EM TRECHO URBANO

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor no curso de graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná.

Orientadores: Prof. Dr. Carlos Aurélio Nadal
Prof. Dr. Wander da Cruz

CURITIBA
2016

TERMO DE APROVAÇÃO

FABIANE PIOVESAN DE MORAES
GIANE TRICHES

PERÍCIA ORIENTADA À SEGURANÇA VIÁRIA:
ESTUDO DE CASO EM TRECHO URBANO

Trabalho apresentado em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do título de Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Carlos Aurélio Nadal
Orientador – Departamento de Geomática, UFPR

Prof. Dr. Wander da Cruz
Orientador – Departamento de Geomática, UFPR

Prof. Msc. Érica Santos Matos
Departamento de Geomática, UFPR

Curitiba, 15 de dezembro de 2016.

AGRADECIMENTOS

Ao fim de mais uma conquista em nossas vidas, é tempo de agradecer à todos que estiveram presentes nos apoiando durante esses cinco anos de universidade. Agradecemos a todos que de alguma maneira tornaram-se responsáveis para realizarmos mais um sonho.

Aos nossos professores, por todos os ensinamentos que nos passaram. De maneira especial, ao Professor Wander da Cruz pela orientação e apoio, e ao Professor Carlos Aurélio Nadal pelas ideias e incentivo;

Aos colegas de curso, por tantas horas passadas nas aulas, fazendo trabalhos e superando juntos as dificuldades encontradas na universidade;

Aos amigos, por nos proporcionarem tantos momentos de diversão. Amigos que sempre nos entendem, os quais estão ao nosso lado nos momentos de alegria, mas também de dificuldades e que muitas vezes ocuparam os lugares de nossas famílias. Agradecemos por todas as conversas, incentivos e “puxões de orelha” quando necessário. Em especial aos nossos amigos Amanda Pereira Antunes e Charles Fernando da Silva, pelas horas disponibilizadas para auxiliar na construção desse projeto;

Às nossas famílias, por toda compreensão e apoio essenciais para o cumprimento dessa batalha;

Aos irmãos, por todo carinho e que não importa se estão longe ou perto estão sempre dispostos a ajudar;

Aos nossos pais, nossas forças motrizes, os quais nos deram os melhores ensinamentos que poderíamos ter. São nossos exemplos, que nunca mediram esforços para chegarmos onde estamos e os principais responsáveis por estarmos concluindo mais essa etapa.

E em especial eu, Fabiane, agradeço a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, me dando suporte e apoio ao longo da minha vida e, não somente nestes anos como universitária, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer. Também agradeço ao meu esposo Diogo Cordeiro, que esteve ao meu lado nesta caminhada, na feitura deste ensaio sobre os mapas. Para ele dedico, além deste trabalho, meu amor e, digo olhando em seus olhos que 'estranho seria se eu não me apaixonasse por você!'. A ele dedico, com todo amor, para que seu sorriso lindo e cativante sempre encante o meu pensamento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - NÚMERO DE MORTES POR LESÕES NO TRÂNSITO, EM TODO O MUNDO.....	4
Figura 2 - ESTATÍSTICA DE ACIDENTES EM RELAÇÃO A RENDA	5
Figura 3 - CLASSIFICAÇÃO E DEFINIÇÃO DE ACIDENTES	6
Figura 4 - NÚMERO DE ACIDENTES POR TIPO DE USUÁRIO E REGIÃO DA OMS	6
Figura 5 - FATORES CONTRIBUINTES VIÁRIO-AMBIENTAIS	8
Figura 6 - FATORES CONTRIBUINTES DOS VEÍCULOS	8
Figura 7 - FATORES CONTRIBUINTES HUMANOS.....	9
Figura 8 – TÉCNICA RTK.	13
Figura 9 - ETAPAS MODELAGEM TRIDIMENSIONAL.	16
Figura 10 – DIFERENTES PERSPECTIVAS DO MODELO TRIDIMENSIONAL.	17
Figura 11 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.	18
Figura 12 - CRUZAMENTO.....	19
Figura 13 - RTK TOPCON HIPER LITE.	20
Figura 14 - CÂMERA DIGITAL NIKON D5100.....	20
Figura 15 - PLANTA HIPSOMÉTRICA COM CURVAS DE NÍVEL COM EQUIDISTÂNCIA DE 0,50 METROS.	26
Figura 16 - PLANTA HIPSOMÉTRICA COM CURVAS DE NÍVEL COM EQUIDISTÂNCIA DE 0,10 METROS.	27
Figura 17 - MODELO TRIDIMENSIONAL <i>WIREFRAME</i> DO TERRENO.	28
Figura 18 - MODELO DIGITAL DO TERRENO.....	28
Figura 19 – PLANTA PLANIALTIMÉTRICA.	29
Figura 20 - PLANTA COM SENTIDO DAS RUAS.....	30
Figura 21 - IMAGEM 01 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.	31
Figura 22 - IMAGEM 02 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.	32
Figura 23 - IMAGEM 03 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.	33
Figura 24 - IMAGEM 04 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.	34
Figura 25 - IMAGEM 05 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.	35
Figura 26 - IMAGEM 06 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.	36
Figura 27 - IMAGEM 07 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- POSICIONAMENTO POR GNSS.....	12
Tabela 2 - POSICIONAMENTO POR TOPOGRAFIA.	12
Tabela 3 - POSICIONAMENTO POR SENSORES REMOTOS.....	12
Tabela 4 - CRONOGRAMA.....	24
Tabela 5 - CUSTO DO PROJETO PARA 63 HORAS DE TRABALHO.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 ACIDENTES DE TRÂNSITO E FATORES	4
2.2 CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO	10
2.3 PERÍCIA	10
2.4 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO	11
2.4.1 TÉCNICA RTK	13
2.5 FOTOGRAMETRIA TERRESTRE	14
2.6 MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO	15
2.6.1 MODELAGEM TRIDIMENSIONAL EM PERÍCIA	17
3. METODOLOGIA.....	18
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
3.2 EQUIPAMENTOS EMPREGADOS	19
3.2.1 RTK TOPCONHUPER LITE	19
3.2.2 CÂMERA DIGITAL NIKON D5100	20
3.3 SOFTWARES EMPREGADOS	21
3.3.1 SOFTWARETOPCON TOOLS.....	21
3.3.3 SOFTWARE AutoCAD Map 2016.....	21
3.3.4 SOFTWARE 3D STUDIO MAX.....	21
3.4 DESCRIÇÃO GERAL DOS PROCEDIMENTOS DE CAMPO	22
3.5 DESCRIÇÃO GERAL DOS PROCEDIMENTOS DE ESCRITÓRIO	23
4. CRONOGRAMA E ORÇAMENTO	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26

5.1 CURVAS DE NÍVEL	26
5.2 MODELOS TRIDIMENSIONAIS	27
5.3 PLANTA PLANIALTIMÉTRICA	29
5.4 MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório global sobre o estado da segurança viária, publicado em 2015 pela Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 1,25 milhão de pessoas morrem a cada ano no trânsito, em todo o mundo. Sendo que, Brasil, Índia e China são responsáveis por 40% das mortes globais em decorrência de acidentes de trânsito. Dentre os países citados, o Brasil é o que mais avançou em termos legais, embora a aplicação ainda seja deficiente. Existem diversas leis sobre consumo de álcool, uso de capacetes, cinto de segurança e cadeirinhas para crianças. Porém, faltam dados de qualidade, fiscalização, coordenação entre os muitos programas federais e estaduais de segurança viária, assim como aplicações de medidas preventivas efetivas (ONUBR, 2015).

Uma das maiores preocupações dos órgãos responsáveis pelo planejamento do trânsito e também da comunidade científica é encontrar soluções que possam reduzir o número de fatalidades e de feridos por acidentes de trânsito. Analisar os acidentes e melhor compreender esses eventos pode ajudar a prevenir ou reduzir a sua ocorrência e o seu impacto. (CHAGAS, 2011).

Existem diversos fatores que podem contribuir para que ocorra um acidente de trânsito, sendo estes divididos em três grandes grupos: fator humano, fator veicular e fator viário-ambiental. Assim, para prevenir acidentes viários se faz necessário o investimento adequado em: (i) treinamento para os condutores e outros usuário da via, (ii) padrão de fabricação e manutenção de veículos, (iii) projetos e normas de manutenção das vias. Outras estratégias podem ser tomadas, como abordar a conscientização da população e autoridades sobre a gravidade das conseqüências dos acidentes, o estímulo ao uso de meios de transporte mais seguros, a melhor capacitação de condutores e pedestres, bem como a melhoria do próprio sistema viário (CHAGAS, 2011). Considerando o exposto, este trabalho é voltado para análise de fatores viário-ambiental que possam contribuir para a ocorrência de acidentes e para que se possa compreender de forma plena o ambiente e suas particularidades do local escolhido como área de estudo, se faz necessário um levantamento detalhado do local.

Os levantamentos planialtimétricos são fundamentais para a visualização de acidentes geográficos e outras características sobre a superfície do relevo evidenciado superfícies íngremes e planas, tais características fundamentais nas atividades de planejamento do uso desta superfície nos mapeamentos (BORGES, 1992).

A elaboração de mapas planialtimétricos relacionados às áreas agrícolas e urbanas é fundamental, pois podem constituir um elemento básico das características do relevo. Na sua utilização, pode-se destacar o planejamento de atividades, uso do solo e suas capacidades de uso, elaborar práticas conservacionistas e prevenção de riscos (STEIN, 1999).

Espera-se que os modelos 3D permitam o apelo à compreensão instintiva dos utilizadores e melhorem radicalmente a capacidade destes visualizarem determinados fenômenos e modificações que possam ocorrer na cidade. Os modelos 3D urbanos são usados nas mais variadas aplicações desde o planejamento e gestão urbanística, arquitetura, realidade virtual, simulação de propagação de ondas rádio para as indústrias de telecomunicações, aplicações na área da saúde, simulação de catástrofes, impacto ambiental, turismo, entre tantas outras (PEREIRA, 2003).

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal deste projeto é realizar uma perícia de um cruzamento viário em trecho urbano que apresenta baixo índice de visibilidade, com grande risco de acidentes relacionados ao trânsito.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste projeto são:

- Realizar levantamento planialtimétrico da região de estudo para análise das informações relativas acerca do relevo do terreno levantado;
- Gerar curvas de nível e mapa planialtimétrico;
- Desenvolver modelos tridimensionais do terreno;
- Criar projeto tridimensional renderizado de toda a área de estudo para análise de problemas existentes através de simulações;
- Analisar os resultados e identificar quais fatores contribuem para o alto índice de ocorrência de acidentes no local;
- Definir possíveis soluções visando a segurança viária;
- Elaborar Parecer Técnico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ACIDENTES DE TRÂNSITO E FATORES

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em sua NBR 10697, define acidente de trânsito como: *Acidente de trânsito é todo evento não premeditado de que resulte dano em veículo ou na sua carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou áreas abertas ao público. Pode originar-se, terminar ou envolver veículo parcialmente na via pública.*

O número de mortes por lesões no trânsito – 1,25 milhão em 2013 – estabilizou desde 2007 (Figura 1), apesar do aumento mundial da população e da motorização. A população aumentou 4% entre 2010 e 2013 e houve um aumento de 16% do número de veículos no mesmo período, isso sugere que as intervenções implementadas nos últimos anos para melhorar a segurança no trânsito em nível mundial, têm salvado vidas.

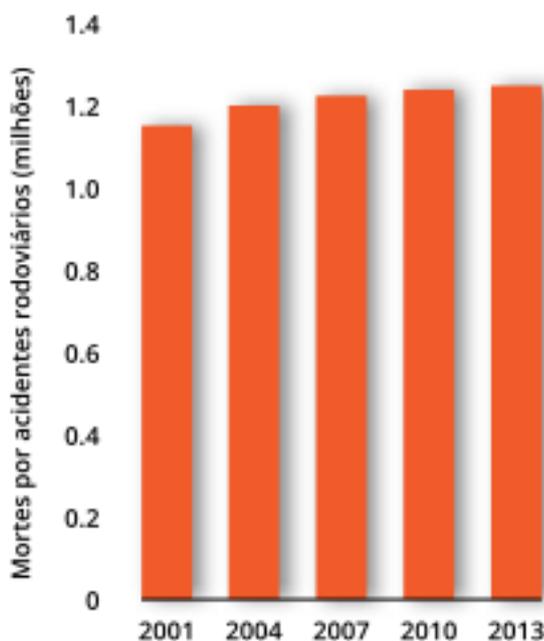


Figura 1 - NÚMERO DE MORTES POR LESÕES NO TRÂNSITO, EM TODO O MUNDO

Fonte: OMS (2015).

Entretanto, o Brasil é considerado um dos países com o trânsito mais violento do mundo e nos últimos anos o país tenta conter o alto número de acidentes. Apesar da implementação de novas leis, do controle municipal do trânsito, da melhoria da segurança dos veículos e da fiscalização eletrônica, não conseguiram diminuir significativamente as mortes e incapacidades (BACCHIERI & BARROS, 2011)

Os países de baixa renda são os que mais sofrem com os acidentes de trânsito, pois apresentam taxas de vítimas fatais duas vezes superiores às dos países de alta renda, havendo um número de mortes desproporcional relativamente ao nível de motorização desses países: 90% das mortes por lesões ocorrem nos países de baixa e média renda, que detêm apenas 54% dos veículos de todo o mundo (OMS, 2015).

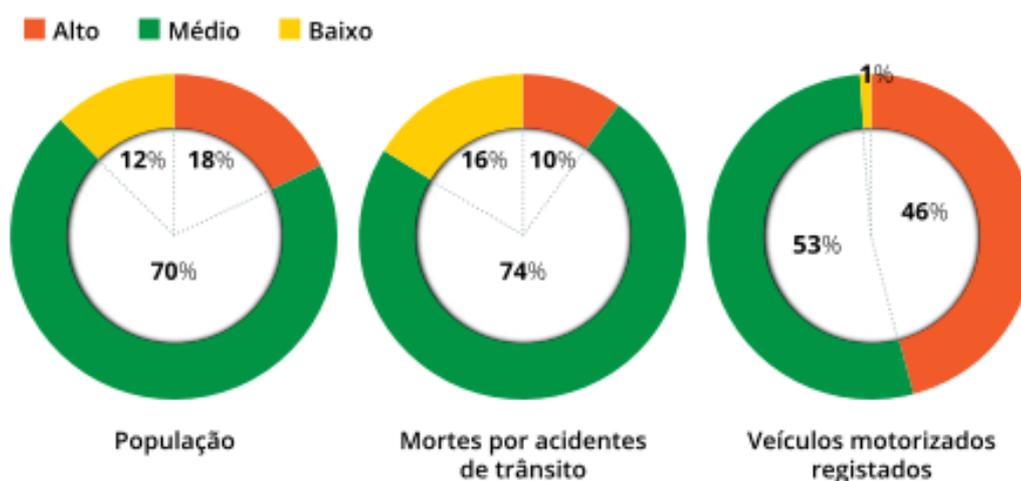


Figura 2 - ESTATÍSTICA DE ACIDENTES EM RELAÇÃO A RENDA

Fonte: OMS (2015).

Existem diversos tipos de acidentes quando se trata de acidentes de trânsito. A Figura 3 apresenta sete tipos de acidente e suas definições. Já a Figura 4, apresenta a distribuição dos acidentes por região da OMS e a distribuição de acordo com o tipo de usuário envolvido no incidente, indicando os principais participantes, sendo eles: ciclistas, pedestres, motociclistas e ocupantes do veículo.

Tipo	Definição
1-Colisão	•acidente em que há impacto entre veículos em movimento.
a) lateral	•impacto lateral entre veículos que transitam na mesma via, podendo ser no mesmo sentido ou em sentidos opostos. •impacto entre veículos que transitam em direções que se cruzam, perpendicularmente ou não.
b) transversal	
c) frontal	
d) traseira	
2-Choque	•impacto de um veículo em movimento contra qualquer obstáculo fixo, podendo ser um poste, uma árvore, um muro, um veículo estacionado ou outro elemento objeto.
3-Capotamento	•quando o veículo gira sobre si mesmo, em qualquer sentido, chegando a ficar com as rodas para cima, imobilizando-se em qualquer posição.
4-Tombamento	•quando o veículo tomba sobre sua lateral, imobilizando-se.
5-Engavetamento	•colisão tipo traseira, envolvendo três ou mais veículos.
6-Atropelamento	•acidente em que um pedestre ou um animal é atingido por veículo motorizado ou não.
7-Outros	•acidentes de trânsito incompatíveis com os descritos anteriormente.

Figura 3 - CLASSIFICAÇÃO E DEFINIÇÃO DE ACIDENTES

Fonte: Ministério dos Transportes (2002).

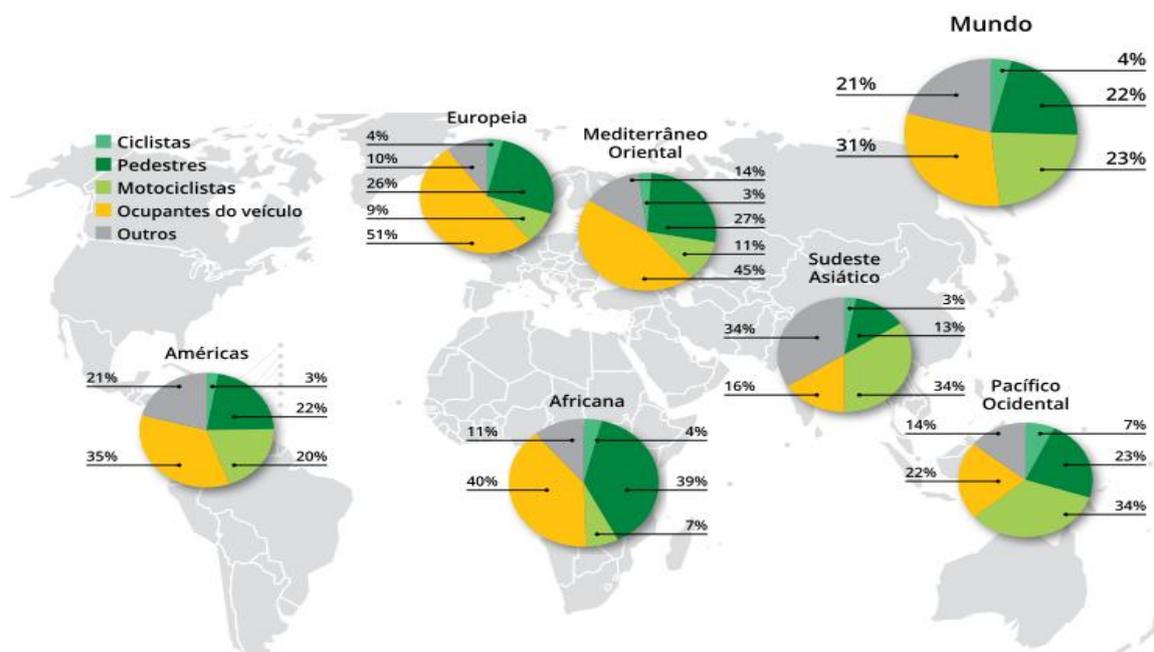


Figura 4 - NÚMERO DE ACIDENTES POR TIPO DE USUÁRIO E REGIÃO DA OMS

Fonte: OMS (2015).

Existe grande preocupação para que a quantidade de acidentes de trânsito seja reduzida. A adoção da meta de redução de lesões e mortes relacionadas ao trânsito representa também o reconhecimento pelos países das evidências científicas relacionadas ao que pode ser feito para a redução do problema. Há evidências significativas sobre intervenções eficazes para tornar as vias mais seguras e os países que têm implementado essas intervenções têm se beneficiado de uma redução correspondente das mortes por lesões no trânsito. Introduzir essas intervenções a nível mundial significa, potencialmente, mitigar danos e salvar vidas (OMS, 2015).

Os acidentes de trânsito têm, normalmente, mais de um fator contribuindo para sua ocorrência. Apesar disso, no Brasil, os relatórios policiais sobre os acidentes registram normalmente, um só fator contribuinte principal para cada acidente, e este em geral está relacionado ao fator humano. A velocidade incompatível aparece como fator contribuinte principal em muitos acidentes, no entanto outros fatores como características geométricas desfavoráveis, passíveis de correção, podem ser o foco de intervenção e a correção destas características da via resultaria em redução de acidentes mesmo sem a redução na velocidade por parte dos usuários (LIMA et al., 2008).

Segundo Naing et al. (2007) os principais fatores contribuintes para acidentes geralmente são agrupados em:

- Fatores humanos, relacionados ao comportamento e ações das pessoas;
- Fatores viário-ambientais, relacionados à via ou ao meio ambiente no qual está inserida;
- Fatores veiculares, relacionados aos veículos seja seu desenho ou falha mecânica;

De forma mais detalhada, são apresentados na Figura 5 os fatores contribuintes viário-ambientais, na Figura 6 os fatores contribuintes dos veículos, Figura 7 os fatores contribuintes humanos.

FATORES CONTRIBUINTES VIÁRIO-AMBIENTAIS			
1	Animal ou objeto na via	10	Chuva
2	Acidente anterior	11	Nevoeiro
3	Superfície lisa, escorregadia	12	Iluminação pública insuficiente
4	Desvio temporário	13	Obras (na via ou fora da via)
5	Sinalização horizontal inadequada ou apagada	14	Semáforo (defeito, faltando)
6	Superfície molhada ou alagada	15	Areia, barro, sujeira, cascalho, lama
7	Redutor de velocidade	16	Óleo
8	Acostamento (sem acostamento ou em desnível)	17	Geometria da via desfavorável
9	Sinalização vertical oculta (vegetação, outro objeto)		

Figura 5 - FATORES CONTRIBUINTES VIÁRIO-AMBIENTAIS

Fonte: Chagas (2012).

FATORES CONTRIBUINTES DOS VEÍCULOS			
18	Carga (solta ou em excesso)	23	Pneu
19	Passageiros em excesso	24	Ausência de espelhos
20	Falha mecânica	25	Visibilidade nas janelas
21	Falha no engate do reboque	26	Bicicleta sem refletores ou luz
22	Luzes (farol, sinalização traseira, luz de freio)		

Figura 6 - FATORES CONTRIBUINTES DOS VEÍCULOS

Fonte: Chagas (2012).

FATORES CONTRIBUENTES HUMANOS	
Imprudência	27 Exceder o limite de velocidade
	28 Exceder velocidade adequada para o momento
	29 Muito veloz para a curva
	30 Distância entre veículos incompatível
Erro de decisão	31 Falha ao dar preferência
	32 Curva imprópria (troca de faixa, trajetória)
	33 Falha ao parar (sinal, pedestre, preferencial)
Falha na condução do veículo	34 Violação com luz: sem faróis ou não baixou farol
	35 Uso impróprio do freio
Infração	36 Desobediência ao semáforo
	37 Desobediência à sinalização (pare e preferencial)
	38 Desobediência à faixa de pedestres
	39 Desobediência ao direito de passagem de outro veículo
	40 Ultrapassagem imprópria
	41 Parado em local impróprio
	42 Contramão
Erro de desempenho ou reação	43 Falha ao sinalizar ou sinalizar incorretamente
	44 Falha ao olhar corretamente
	45 Falha ao julgar a trajetória, velocidade ou espaço
	46 Desvio brusco, movimento excessivo na direção
	47 Perda do controle do veículo
	48 Saída da via
	49 Falha ao manter o veículo na própria faixa
Debilidade ou distração	50 Desatenção (atenção inadequada)
	51 Aparentemente cansado/fadigado/dormindo
	52 Aparentemente doente (incapacidade, debilidade física ou mental, mal súbito)
	53 Prejudicado pela ingestão de álcool
	54 Prejudicado pelo uso de drogas (ilícitas ou medicamentos)
	55 Distração por uso de equipamento de comunicação
	56 Distração dentro do veículo
	57 Distração fora do veículo
Comportamento ou inexperiência	58 Dirigir com agressividade
	59 Inexperiência do condutor
Visão prejudicada	60 Vegetação
	61 Geometria da via (inclinação, curva)
	62 Prédios, sinalização de trânsito ou mobiliário urbano
	63 Visão prejudicada por reflexo (farol, sol)
	64 Visão prejudicada de dentro do veículo
	65 Não usar faróis a noite ou quando necessário
Ação/circunstâncias do não-condutor	69 Falha ao respeitar semáforo, sinalização, agente ou direito de passagem
	70 Ação relacionada a veículo parado ou estragado
	71 Local impróprio de travessia
	72 Uso incorreto dos recursos de travessia para pedestres
	73 Falhar ao julgar a velocidade ou trajetória do veículo
	74 Ação perigosa na via (parado, deitado, trabalhando, brincando)
	75 Prejudicado pelo consumo de álcool
	76 Prejudicado pelo consumo de drogas (ilícitas e medicamentos)
	77 Descuidado, desatento, negligente ou com pressa
	78 Caminhando ao longo da via
Motociclista/Ciclista	66 Andando entre veículos
	67 Contramão
	68 Sobre o passeio

Figura 7 - FATORES CONTRIBUENTES HUMANOS

Fonte: Chagas (2012).

2.2 CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO

A Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997 que institui o Código de Trânsito Brasileiro, em seu artigo 80 determina que sempre que necessário, será colocada ao longo da via, sinalização destinada a condutores e pedestres, vedada utilização de qualquer outra. Esta sinalização deverá ser colocada em posição e condições que tornem perfeitamente visível e legível durante o dia e a noite.

O artigo 91 desta Lei, estipula que o Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN estabelecerá as normas e regulamentos a serem adotados em todo o território nacional quando da implementação das soluções adotadas pela Engenharia de Tráfego, assim como padrões a serem praticados por todos os órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito.

2.3 PERÍCIA

Cabral (2003) conceitua a perícia da seguinte forma: *A expressão perícia advém do latim peritia, que em seu sentido próprio significa conhecimento, habilidade, saber: perícia é uma diligência realizada ou executada por peritos, a fim de esclarecer ou evidenciar certos fatos objeto do litígio judicial ou de interesse extrajudicial.*

Perícia, como metodologia, é a diligência com aplicação da essência da ciência na busca da verdade sobre coisas ou seres no estado em que se encontram, reportando-se às suas formas anteriores e atuais e, devendo, quando for o caso, focar aspectos e situações futuras que advirão da observação (CABRAL, 2003).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em sua NBR 13752, define perícia como: *Atividade que envolve apuração das causas que motivaram determinado evento ou asserção de direitos.*

Esta mesma norma define Parecer Técnico como: *Opinião, conselho ou esclarecimento técnico emitido por um profissional legalmente habilitado sobre o assunto de sua especialidade.*

Já o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA, em sua resolução nº 111, de 27 de dezembro de 1956, define perícia como: *Ato da apuração das causas reais ou mais prováveis que motivaram determinado evento; pelo que a perícia constitui a conseqüência direta de ma vistoria.*

Entende-se, portanto, que a perícia é uma verificação da verdade de certos fatos realizada por pessoas que tenham habilitação profissional para tal, podendo ser definida como uma investigação a fim de esclarecer conflitos que envolvem conhecimentos técnicos e científicos.

2.4 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO

Um levantamento de informações topográficas pode ser realizado de diferentes formas, visando informações distintas como altimetria, planimetria e planialtimetria. A altimetria apresenta interesse predominante em relação ao desnível entre o plano que o objeto se encontra e um plano de referência. A planimetria está relacionada com a determinação das coordenadas bidimensionais referenciadas a um sistema. E na planialtimetria o interesse predomina na obtenção das coordenadas planimétricas associadas às coordenadas altimétricas. Existem diversos métodos planialtimétricos de levantamento como: GNSS, Interseção a Vante e a Ré, assim como o Nivelamento Geométrico e o Nivelamento Trigonométrico com visadas curtas e a Taqueometria Eletrônica (SOUZA, 2012).

De acordo com o INCRA (2013), existem diferentes métodos para se realizar o posicionamento, de acordo com o método empregado, a forma de obtenção do posicionamento pode ser dividido em três principais segmentos, sendo eles: por GNSS, por Topografia e por Sensores remotos. A Tabela 1 apresenta os métodos relacionados com o posicionamento por GNSS, Tabela 2 os métodos por topografia e a Tabela 3, métodos por sensores remotos.

Tabela 1- POSICIONAMENTO POR GNSS.

Método
Posicionamento relativo
Posicionamento relativo estático
Posicionamento relativo estático-rápido
Posicionamento relativo semicinemático
Posicionamento relativo cinemático
Posicionamento relativo a partir do código C/A
RTK convencional
RTK em rede
Diferencial GPS (DGPS)
Posicionamento por ponto preciso (PPP)

Fonte: INCRA (2013).

Tabela 2 - POSICIONAMENTO POR TOPOGRAFIA.

Método
Poligonação
Triangulação
Trilateração
Triangulateração
Irradiação
Interseção linear
Interseção angular
Alinhamento

Fonte: INCRA (2013).

Tabela 3 - POSICIONAMENTO POR SENSORES REMOTOS.

Método
Aerofotogrametria
Radar aerotransportado
Laser scanner aerotransportado
Sensores orbitais (satélites)

Fonte: INCRA (2013).

Em geral, a determinação do método empregado em um levantamento está relacionada com a finalidade a qual os dados obtidos serão empregados, levando em conta qual a precisão necessária para tal finalidade. Para este trabalho determinou-se que as coordenadas planialtimétricas seriam obtidas através do

posicionamento por RTK, devido à precisão obtida com este método e a facilidade de aplicá-lo em meio urbano.

2.4.1 TÉCNICA RTK

A tecnologia Global Navigation Satellite System (GNSS) engloba os sistemas de posicionamento global de satélites e determina a posição de um ponto em um sistema de coordenadas geográficas.

Entre as tecnologias que empregam o sistema GNSS está o Real Time Kinematic (RTK). O RTK é um sistema que permite a correção imediata das observações. As informações são tratadas simultaneamente no momento do levantamento dos dados. É a ação em "tempo real", o que resulta em obtenção de dados com maior rapidez. (MELO et al., 2011).

No posicionamento RTK são utilizados dois receptores coletando dados continuamente. Um dos receptores é denominado estação de referência (base) e fica posicionado sobre um ponto de coordenadas conhecidas ou não. Já o outro receptor (receptor rover), localizado nas proximidades (Figura 8), coleta dados nos pontos de interesse do usuário para determinação da posição em tempo real (BARBOSA, 2010).

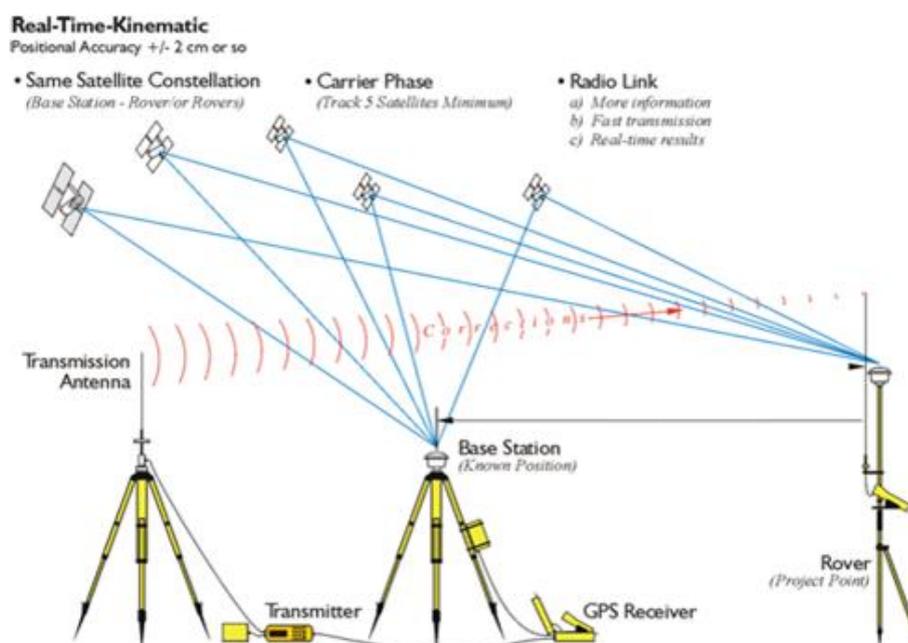


Figura 8 – TÉCNICA RTK.

Fonte: Penn State (2014).

O método diferencial RTK limita-se a linhas de base entre 5 e 10 km e apresenta as seguintes características:

- A estação de referência transmite ao usuário as correções diferenciais da fase das portadoras, ou as próprias observações da fase das portadoras;
- A estação móvel aplica estas correções e busca a resolução das ambiguidades;
- Proporciona ao usuário precisões centimétricas.

Um dos fatores limitantes para o RTK é o alcance da transmissão das ondas de rádio UHF (Ultra High Frequency) e caso existam obstáculos entre a estação base e o rover a precisão poderá não ser alcançada devido às interferências físicas. Outra situação que pode ocorrer, reduzindo a qualidade do levantamento, é a interferência entre os canais de rádio, visto que a separação entre os canais de rádio é estreita, o sinal pode sofrer interferências da mesma banda de frequência do rover (SILVA, 2014).

2.5 FOTOGRAMETRIA TERRESTRE

Para Brito e Coelho (2002) com o desenvolvimento da fotogrametria digital e de sensores orbitais compatíveis com a atividade fotogramétrica a tendência atual é que a fotogrametria esteja inserida no contexto global de sensoriamento remoto definindo-a como “ciência e tecnologia de se reconstruir o espaço tridimensional, ou parte do mesmo (espaço objeto) a partir de imagens bidimensionais advindas da gravação de padrões de ondas eletromagnéticas (espaço imagem), sem contato físico direto com o objeto ou alvo de interesse.”

De acordo com Brito e Coelho (2002) a fotogrametria é considerada ciência, pois utiliza métodos científicos para o estudo do funcionamento dos processos de captação de energia eletromagnética e análise dos registros advindos dos mesmos, e também é tecnologia uma vez que torna os processos mais rápidos e eficazes para os usuários. Sendo o espaço objeto qualquer elemento ou conjunto de elementos tridimensionais a serem imageados, o sensor pode estar localizado em qualquer plataforma (Figura 2.2).

Diante desse fato, convencionou-se usar a classificação de fotogrametria terrestre, fotogrametria aérea ou aerofotogrametria e fotogrametria orbital de acordo com o posicionamento do sensor. O foco do estudo em questão será a fotogrametria terrestre.

2.6 MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO

Um modelo tridimensional pode ser aplicado para as mais diversas finalidades e uma delas é apresentação de espaços urbanos. Estes modelos têm por objetivo representação tridimensional do ambiente urbano, como uma parte do ambiente geral, constituída por feições naturais e antrópica. Portanto, o modelo digital é equivalente a uma cidade real, onde tem lugar a representação dos edifícios, passeios e demais estruturas existentes, assim como árvores, postes e placas (PEREIRA, 2003). Uma forma de realizar a representação das edificações e outros elementos que compõem a área urbana é através da determinação das coordenadas (X,Y,Z) destes elementos, conjuntamente com um modelo digital de terreno, que será usado como base para a projeção dos elementos (CHOHFI, 1999).

Espera-se que os modelos 3D permitam o apelo à compreensão instintiva dos utilizadores e melhorem radicalmente a capacidade destes visualizarem determinados fenômenos e modificações que possam ocorrer na cidade. Os modelos 3D urbanos são usados nas mais variadas aplicações, desde o planejamento e gestão urbanística, arquitetura, realidade virtual, simulação de propagação de ondas rádio para as indústrias de telecomunicações, aplicações na área da saúde, simulação de catástrofes, impacto ambiental, turismo, entre tantas outras (PEREIRA, 2003).

A elaboração dos modelos 3D depende da sua finalidade. Por exemplo, ao serem criados para uma aplicação na arquitetura, o modelo deve ser desenvolvido com requisitos muito mais exigentes do que se forem criados para, por exemplo, turismo virtual, uma vez que, no primeiro caso, pode ser necessário a medição de algumas características geométricas. Assim, um modelo 3D urbano, no primeiro caso, tem de fornecer uma textura foto-realística para adequada interpretação. Na

segunda situação a precisão geométrica não é tão importante, realçando-se a visualização (PEREIRA, 2003).

A Figura 9 apresenta as principais etapas empregadas na criação de modelos tridimensionais, iniciando pelo planejamento, aquisição dos dados e seu processamento – onde podem ser usados métodos como a fotogrametria aérea; a modelação, que envolve a reconstrução da geometria do objeto e, se for necessário, a renderização, onde são associadas texturas e efeitos de luz aos modelos, tornando o modelo foto-realísticos.

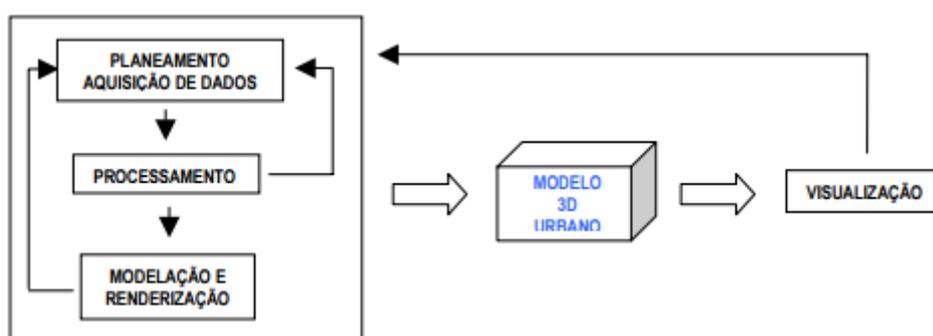


Figura 9 - ETAPAS MODELAGEM TRIDIMENSIONAL.

Fonte: Pereira (2003).

Segundo Pereira (2003), a visualização de modelos tridimensionais pode ser feita recorrendo a simples imagens, ou através de meios mais sofisticados, interativos e realísticos. A visualização é a fase final de todas as fases descritas anteriormente, de tal forma que os modelos digitais realísticos criados sejam conhecidos e aproveitáveis para as mais diversas situações, implicando a disponibilização dos modelos 3D em formatos internacionais standard, que suportem a observação 3D interativa, como por exemplo a linguagem VRML (Virtual Reality Modeling Language) para distribuição na Internet. Os softwares de criação de modelos 3D têm de estar preparados para que possa haver uma conversão de dados correta para a sua integração nos softwares dedicados à visualização. A maioria dos softwares utilizados na reconstrução do objeto, nomeadamente os CAD, também têm algumas ferramentas de visualização: depois do modelo renderizado é possível visualizá-lo de várias perspectivas (Figura 10), efetuar alguma animação através de *walkthroughs* ou *fly-over* (passeios ou vôos) pelos modelos e criar também pequenos filmes.



Figura 10 – DIFERENTES PERSPECTIVAS DO MODELO TRIDIMENSIONAL.

Fonte: Ilarraza (2016).

2.6.1 MODELAGEM TRIDIMENSIONAL EM PERÍCIA

Recentemente, os peritos forenses têm utilizado tecnologias mais modernas em reconstrução ou modelagem da cena de crime e posterior simulação, para facilitar a compreensão do fato. A reconstrução e consequente visualização tridimensional na área forense busca estabelecer uma sequência de eventos sobre os fatos ocorridos no acidente à luz do estudo, análise e interpretação das evidências (OLIVEIRA et al., 2013).

Para o campo pericial, a fotomodelagem torna-se uma ferramenta muito útil, uma vez que realizadas as fotografias da cena do sinistro, de acordo com as normas necessárias para uma boa extração de modelo 3D, não há mais necessidade de preservação desta cena. O perito tem como material de análise, além das fotografias, a possibilidade de reconstrução da cena em 3D, permitindo-lhe inclusive a imersão, ou seja, penetrar na cena e interagir com ela, fazendo medições e extraíndo dados que de outra forma tornar-se-iam mais herméticos.

3. METODOLOGIA

Nesta seção será apresentada a metodologia utilizada para desenvolvimento deste projeto. São citadas nessa seção: a área de estudo, os equipamentos empregados, a forma de obtenção de dados e o desenvolvimento dos resultados.

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no município de Curitiba- PR, em um cruzamento entre as ruas Ubaldino do Amaral, Conselheiro Araújo e Itupava, com divisa entre os bairros Centro, Alto da XV e Alto da Glória, conforme a planta de localização da Figura 11.



Figura 11 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

Fonte: Adaptado de Google Earth (2016).

Escolheu-se esse cruzamento (Figura 12) para o estudo de caso devido às várias reclamações ouvidas, emitidas pelos moradores da região e por motoristas que dirigem diariamente pelas vias, em que reclamam da baixa visibilidade da Rua Itupava, ocasionando acidentes. Sabe-se que já existe um semáforo no local, porém será adotada a hipótese de sua não existência para fins de estudo.



Figura 12 - CRUZAMENTO.

Fonte: As autoras (2016).

3.2 EQUIPAMENTOS EMPREGADOS

3.2.1 RTK TOPCONHIPER LITE

Para o processamento dos dados empregou-se um par de receptores de dupla frequência L1/L2 para levantamento em tempo real (RTK) da marca Topcon, modelo Hiper Lite, que possui 40 canais capazes de rastrear sinais de satélite GPS, com um precisão horizontal de 5 mm + 5 ppm e vertical de 20 mm + 1 ppm.



Figura 13 - RTK TOPCON HIPER LITE.

Fonte: Embratop (2016).

3.2.2 CÂMERA DIGITAL NIKON D5100

Na tomada das fotografias utilizou-se uma câmera digital de baixo custo da marca Nikon, modelo D5100, que possui um sensor CMOS de dimensões 23,6 X 15,6 mm e distância focal que varia de 18 mm a 55 mm.



Figura 14 - CÂMERA DIGITAL NIKON D5100.

Fonte: Nikon (2016).

3.3 SOFTWARES EMPREGADOS

3.3.1 SOFTWARE TOPCON TOOLS

Para o processamento dos dados coletados em campo utilizou-se o *software Topcon Tools* que fornece dados personalizados e rotinas de tratamento automatizadas e permite o processamento dos dados GPS/GLONASS estáticos e cinemáticos, análise numérica dos dados, ajustamento de redes, geração de relatórios e exportação dos dados para vários softwares de GIS e CAD.

3.3.2 SOFTWARE SURFER

O *Surfer* é um *software* produzido pela *Golden Software*, que possui função para visualização de contornos em três dimensões, além de modelagem de superfície. Neste projeto, utilizou-se este *software* para a geração das curvas de nível de forma automática, pois o mesmo realiza processos de interpolação, transformando dados XYZ em mapas de acordo com a necessidade do usuário.

3.3.3 SOFTWARE AutoCAD Map 2016

O *software AutoCAD Map* é um aplicativo da *Autodesk* de planejamento e gerenciamento de infra-estruturas que se baseia em modelos e proporciona acesso a dados CAD e GIS. Fez-se uso desse *software* no desenvolvimento do desenho da planta planialtimétrica, onde se inseriu posteriormente as curvas de nível geradas no aplicativo do item anterior.

3.3.4 SOFTWARE 3D STUDIO MAX

Outro aplicativo da *Autodesk*, o *3D Studio Max*, hoje conhecido por *3Ds Max*, é um programa de modelagem tridimensional que permite renderização de imagens e animações. Empregou-se esse *software* na geração do modelo tridimensional, utilizando fotos e medidas.

3.4 DESCRIÇÃO GERAL DOS PROCEDIMENTOS DE CAMPO

O procedimento de campo tinha como objetivo captar informações referentes à região do estudo. Assim, realizou-se em duas etapas distintas: coleta de informações geodésicas com equipamento RTK e informações métricas a partir de fotografias.

Deste modo, após a realização do reconhecimento de campo em data anterior, no dia 27 de outubro de 2016 realizou-se o levantamento planialtimétrico. Inicialmente, a proposta era a utilização de Estação Total para obtenção dos dados de campo, porém, devido a grande movimentação de automóveis existente no local, optou-se por realizar um posicionamento RTK, obtendo-se coordenadas no referencial geodésico no (X,Y,Z).

A coleta dos dados foi feita com um levantamento RTK e, no momento do levantamento, enfrentou-se algumas dificuldades, as quais estavam relacionadas às obstruções ocasionadas pelas árvores localizadas na região, que impediram a recepção ideal de sinais proveniente de satélites, porém esta circunstância não impediu a obtenção de informações confiáveis, com precisão abaixo de dois centímetros, pois as ambiguidades foram resolvidas e os pontos fixados.

O procedimento de tomada de fotografias ocorreu no dia 30 de outubro, data escolhida por se tratar de um domingo, onde o movimento de automóveis e circulação de pedestre estaria minimizado, diminuindo possíveis obstruções nas imagens.

A tomada das fotografias direcionou-se para o muro da edificação que está construído juntamente ao passeio, no entanto, fotografias abrangendo toda a região da esquina também foram retratadas.

Para auxiliar o planejamento do levantamento fotogramétrico, utilizou-se uma trena de 30 metros para registrar *in loco* as características dos objetos presentes na superfície terrestre. Assim, mensurou-se a distância entre dois pontos claramente visíveis a fim de determinar a escala do projeto a ser desenvolvido no *software 3D Studio Max*.

3.5 DESCRIÇÃO GERAL DOS PROCEDIMENTOS DE ESCRITÓRIO

Os processamentos dos dados ocorreram separadamente, cada qual atendendo sua aplicação.

Após a coleta das informações em campo, os dados RTK foram processados resultando em coordenadas cartográficas no sistema de projeção UTM. Em posse dessas informações, no *software Surfer* puderam ser geradas as curvas de nível do terreno e analisar em diferentes perspectivas o comportamento do mesmo com o Modelo Digital do Terreno – MDT.

Com as coordenadas dos detalhes da superfície da região juntamente das curvas de nível e o auxílio do *software AutoCAD*, fez-se possível desenhar a planta planialtimétrica.

Para a geração do modelo em 3D, coletaram-se informações métricas das fotografias determinadas após georreferenciamento das imagens a partir do *software 3D Studio Max*. Com o georreferenciamento das imagens, fez-se possível obter medidas de todas as feições existentes nas fotografias, permitindo a reconstrução dos objetos da área de estudo.

Com base nessas informações métricas associadas às informações da topografia do terreno obtidas nos processamentos anteriores, esboçaram-se tridimensionalmente os traços de todos os detalhes envolvidos na superfície da região, obtendo-se um modelo tridimensional que foi posteriormente renderizado, gerando uma modelagem foto-realística.

4. CRONOGRAMA E ORÇAMENTO

A fim de obter um orçamento válido ao projeto, realizou-se o cronograma baseado nas horas de produção de duas engenheiras. O projeto foi programado para ser finalizado em 63 (sessenta e três) horas, de acordo com a Tabela 4 apresenta abaixo:

Tabela 4 - CRONOGRAMA.

TEMPO (hs)	TAREFA
3	Estudo do caso; Reconhecimento do local
4	Levantamento dos dados
4	Processamento dos dados
6	Em caso de falhas no primeiro levantamento, possível retorno ao local e novo processamento
3	Tomada de fotografias
9	Modelagem da superfície e planta planialtimétrica
18	Geração de um modelo 3D com renderização
8	Análise dos resultados
8	Parecer técnico

TOTAL
63 horas

Fonte: As autoras (2016).

As engenheiras estipularam um valor de R\$350,00 por hora pela consultoria prestada ao projeto e realização do mesmo, além da cobrança do aluguel do equipamento. Neste valor estão inclusos os encargos sociais, como INSS, FGTS, férias, décimo terceiro salário, entre outros, além dos gastos com escritório, como água, luz, internet, software, depreciação dos equipamentos, entre outros.

Sendo assim, considerando o total de 63 utilizadas pra desenvolvimento do projeto somado ao custo de equipamentos utilizados, tem-se um custo total de R\$ 22.570,00 que pode ser visto detalhadamente na Tabela 5.

Tabela 5 - CUSTO DO PROJETO PARA 63 HORAS DE TRABALHO.

ORÇAMENTO	R\$ 350,00 / hora
TOTAL PROJETO	R\$ 22.050,00

CUSTO DOS EQUIPAMENTOS - Aluguel/dia	
RTK TOPCON HIPER LITE	R\$ 260,00
TOTAL PARA 2 DIAS	R\$ 520,00

CUSTO TOTAL	R\$ 22.570,00
--------------------	----------------------

Fonte: As autoras (2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção serão apresentados os resultados dos procedimentos de campo, processamento e análise em escritório.

5.1 CURVAS DE NÍVEL

Para analisar a topografia do terreno, geraram-se plantas com curvas de nível que tornaram possível identificar as altitudes da região. Para a geração destas curvas de nível, utilizou-se o software Surfer, a partir dos pontos do arruamento coletados com RTK no levantamento dos dados.

A Figura 15 apresenta uma planta hipsométrica com curvas de nível com equidistância de 0,50 metros.

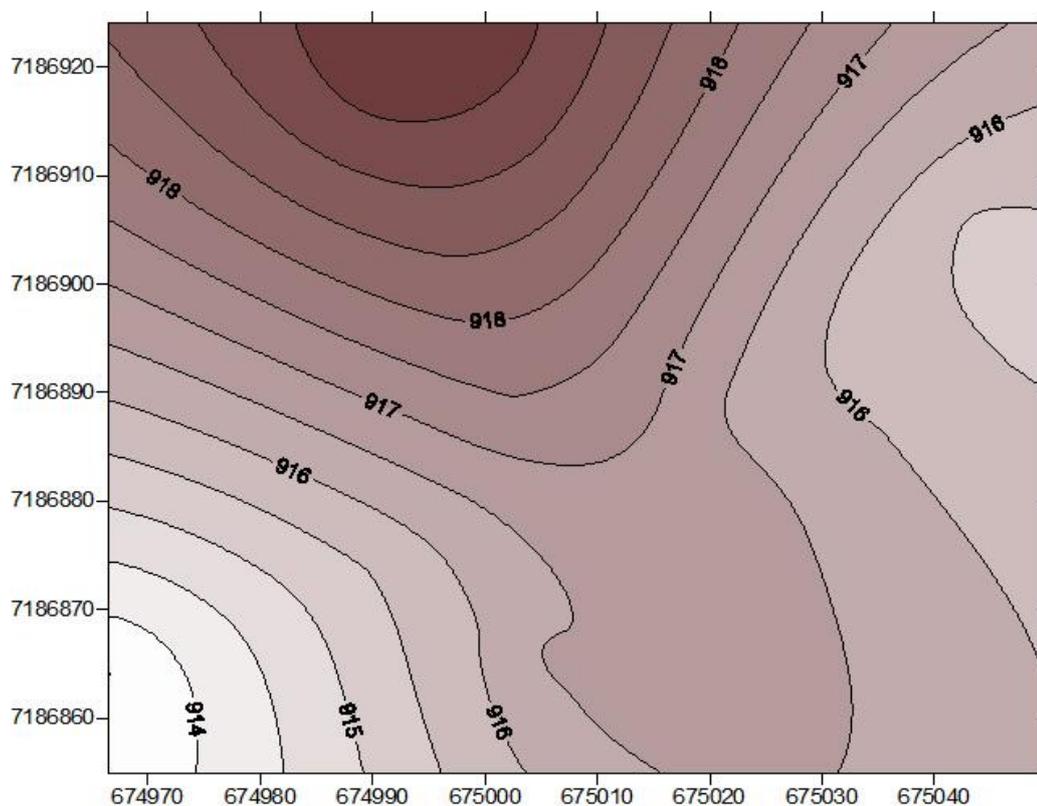


Figura 15 - PLANTA HIPOMÉTRICA COM CURVAS DE NÍVEL COM EQUIDISTÂNCIA DE 0,50 METROS.

Fonte: As autoras (2016).

Para uma avaliação mais precisa e com mais detalhes, gerou-se uma planta hipsométrica com curvas de nível com equidistância de 0,10 metros, cuja representação está na Figura 16.

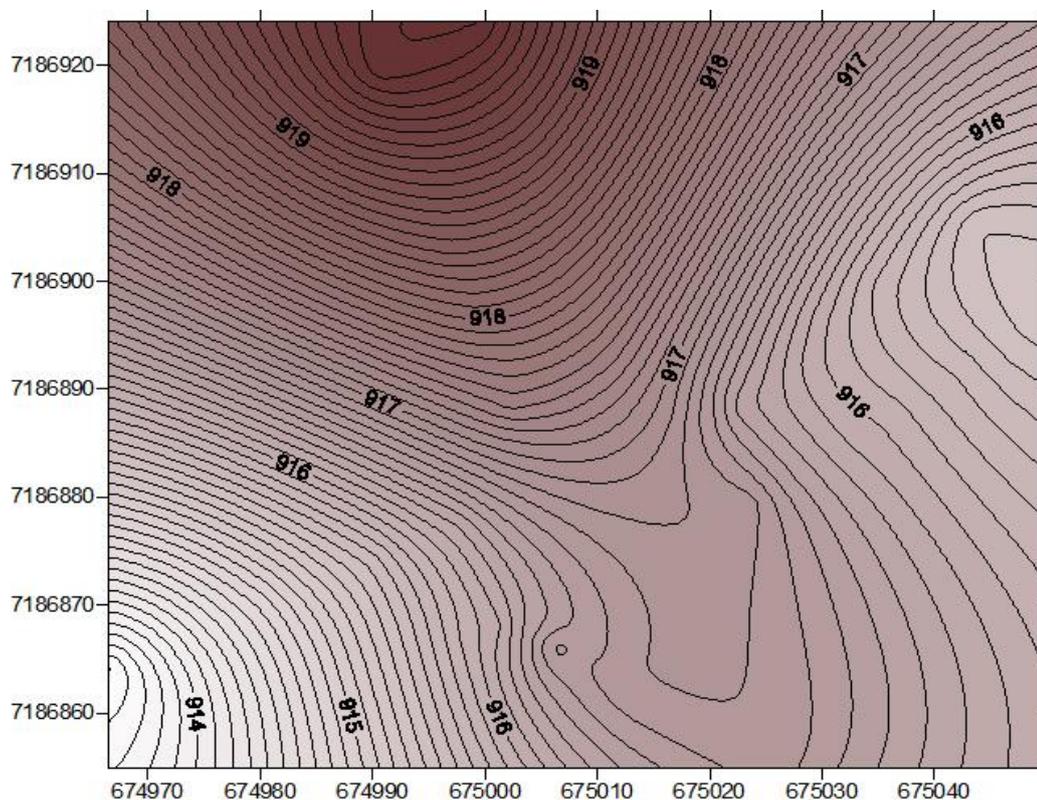


Figura 16 - PLANTA HIPSONÉTRICA COM CURVAS DE NÍVEL COM EQUIDISTÂNCIA DE 0,10 METROS.

Fonte: As autoras (2016).

5.2 MODELOS TRIDIMENSIONAIS

Para facilitar a análise do comportamento do terreno tridimensionalmente, gerou-se um modelo *Wireframe* (Figura 17) que apresenta de forma direta o esqueleto de um modelo tridimensional e, para a obtenção de um modelo mais rico em informações, elaborou-se o Modelo Digital do Terreno, apresentado na Figura 18.

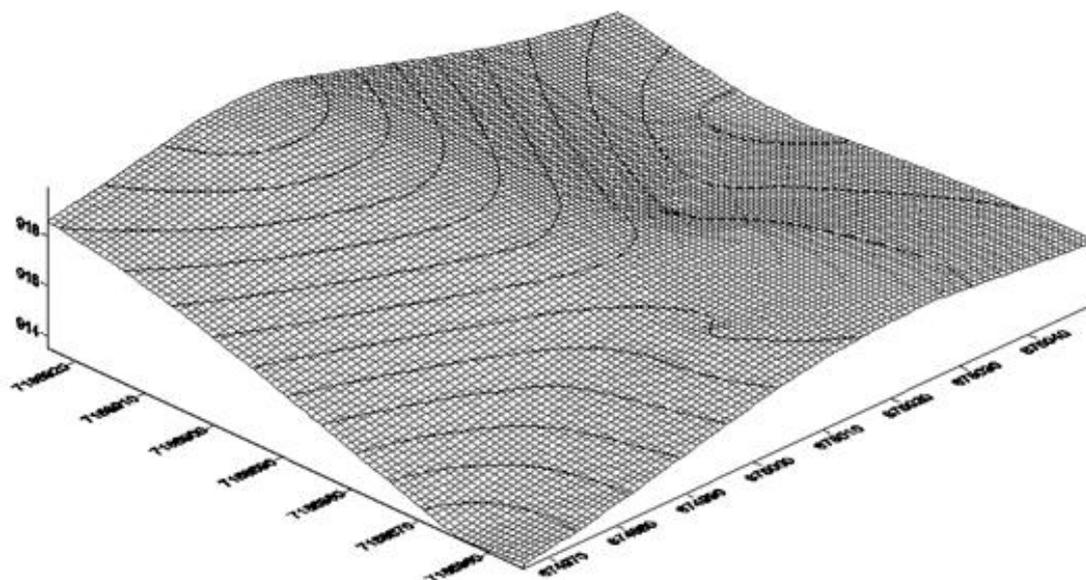


Figura 17 - MODELO TRIDIMENSIONAL WIREFRAME DO TERRENO.

Fonte: As autoras (2016).

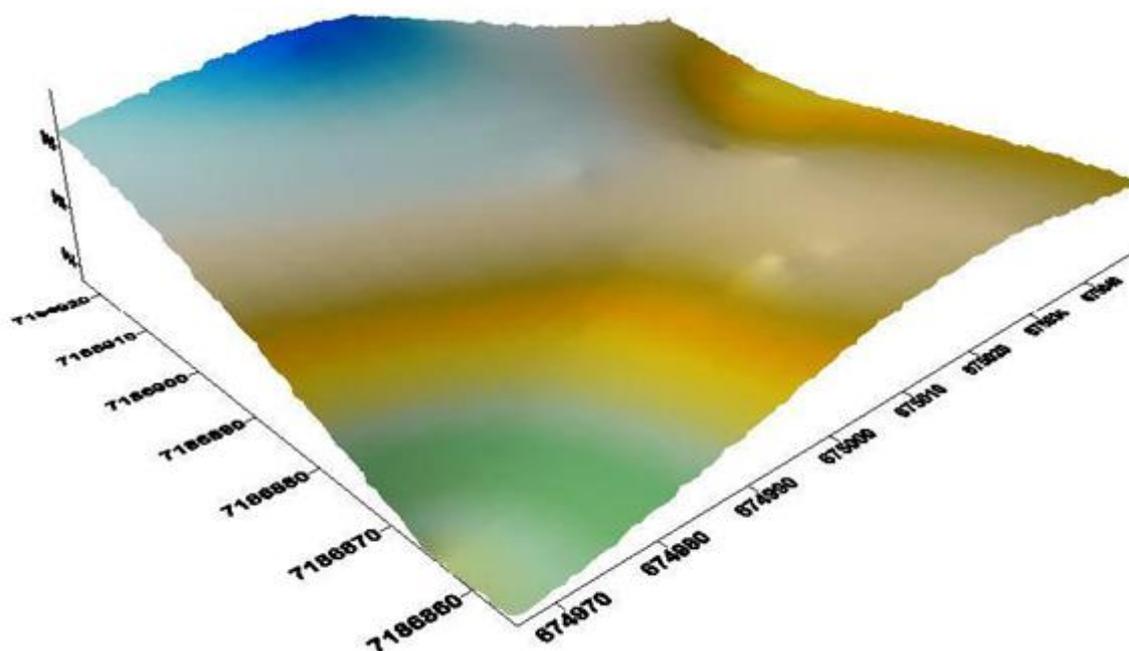


Figura 18 - MODELO DIGITAL DO TERRENO.

Fonte: As autoras (2016).

A seção mais elevada do terreno apresentada nas Figuras 17 e 18, está localizada na Rua Ubaldino do Amaral com altitude de 920 metros, que faz cruzamento com a Rua Itupava e Rua Conselheiro Laurindo na parte com maior depressão.

5.3 PLANTA PLANIALTIMÉTRICA

Juntamente com os traçados das curvas de nível e os detalhes dos passeios e muros, gerou-se a planta planialtimétrica do terreno.

A Figura 19 apresenta o esboço da representação produzida e a Figura 20 apresenta o sentido das ruas. As plantas finas encontram-se em Apêndice.

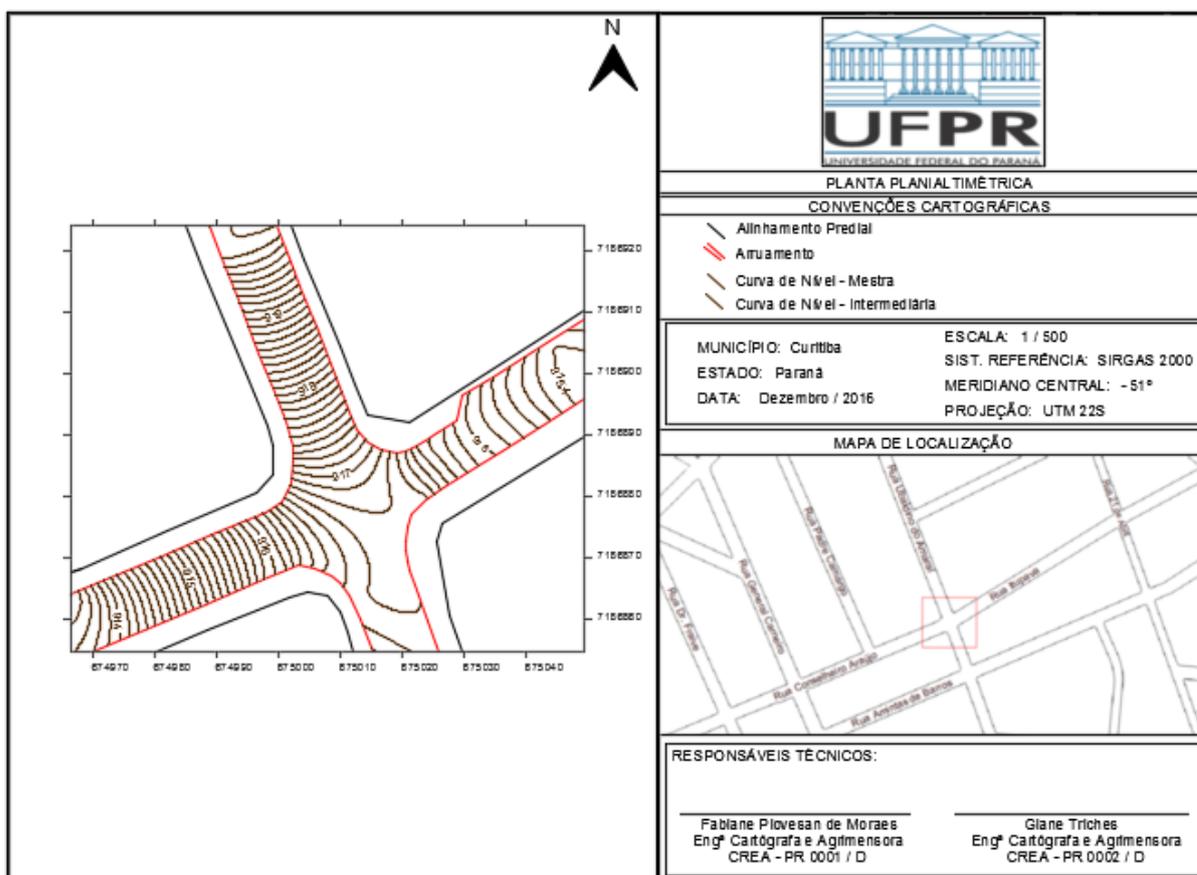


Figura 19 – PLANTA PLANIALTIMÉTRICA.

Fonte: As autoras (2016).

Analisando a Figura 19, nota-se que na topografia do terreno tem-se um declive de 3 metros na Rua Ubaldino do Amaral e, a partir do eixo do cruzamento, um declive de 3,5 metros na rua Conselheiro Araújo e de 2 metros na rua Itupava, o que representa uma declividade de 5,71%, 3,90% e 2,30%, respectivamente.

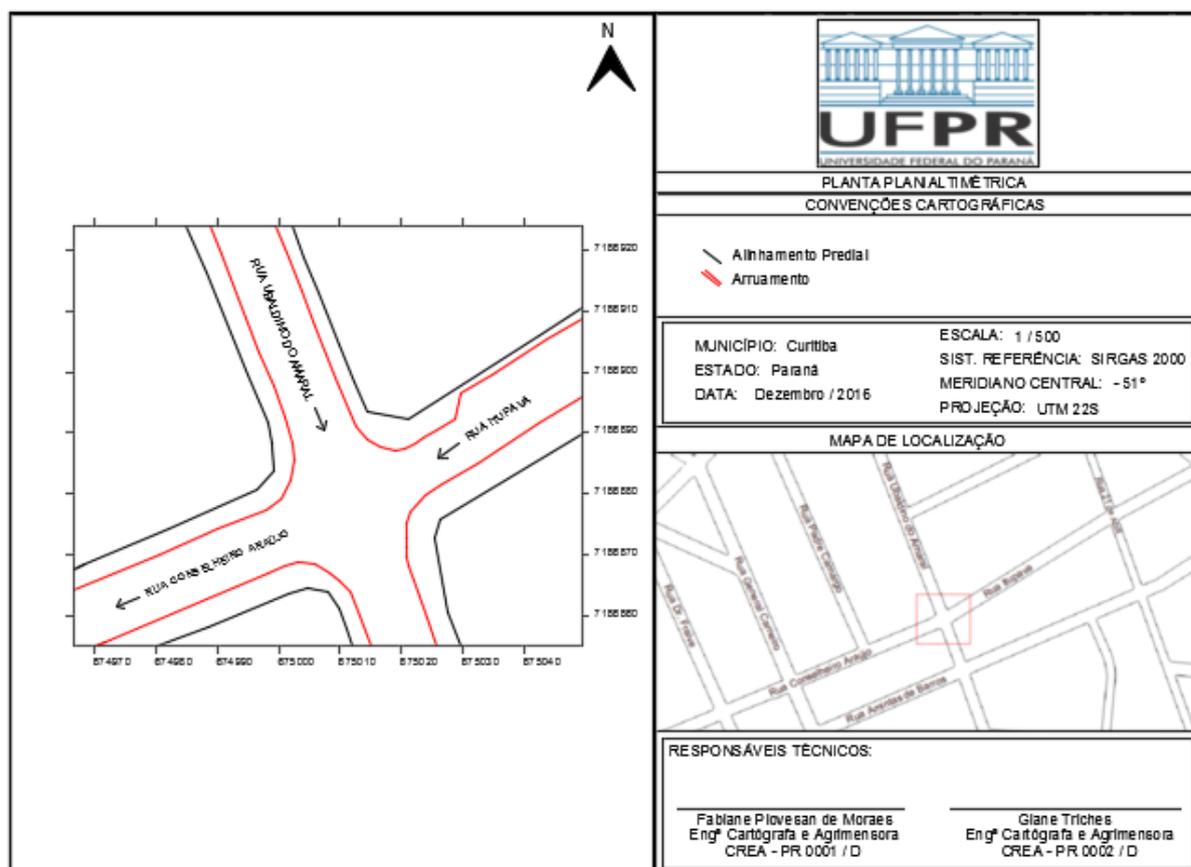


Figura 20 - PLANTA COM SENTIDO DAS RUAS.

Fonte: As autoras (2016).

5.4 MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO

O modelo tridimensional renderizado pode ser considerado como o produto mais relevante para o parecer final, uma vez que o conjunto de símbolos gráficos é convertido para uma representação visual onde é possível observar imagens foto-realísticas de diferentes posições, facilitando a operação de análise de problemas existentes na região.

Ademais, com esse arquivo visual é possível desenvolver animações em vídeo frame com diferentes ensaios experimentais.

A partir do modelo final renderizado, originaram-se vários frames –quadros com imagens fixas, que representam toda superfície da região.

As imagens da renderização apresentam-se nas Figuras 21 à 27.

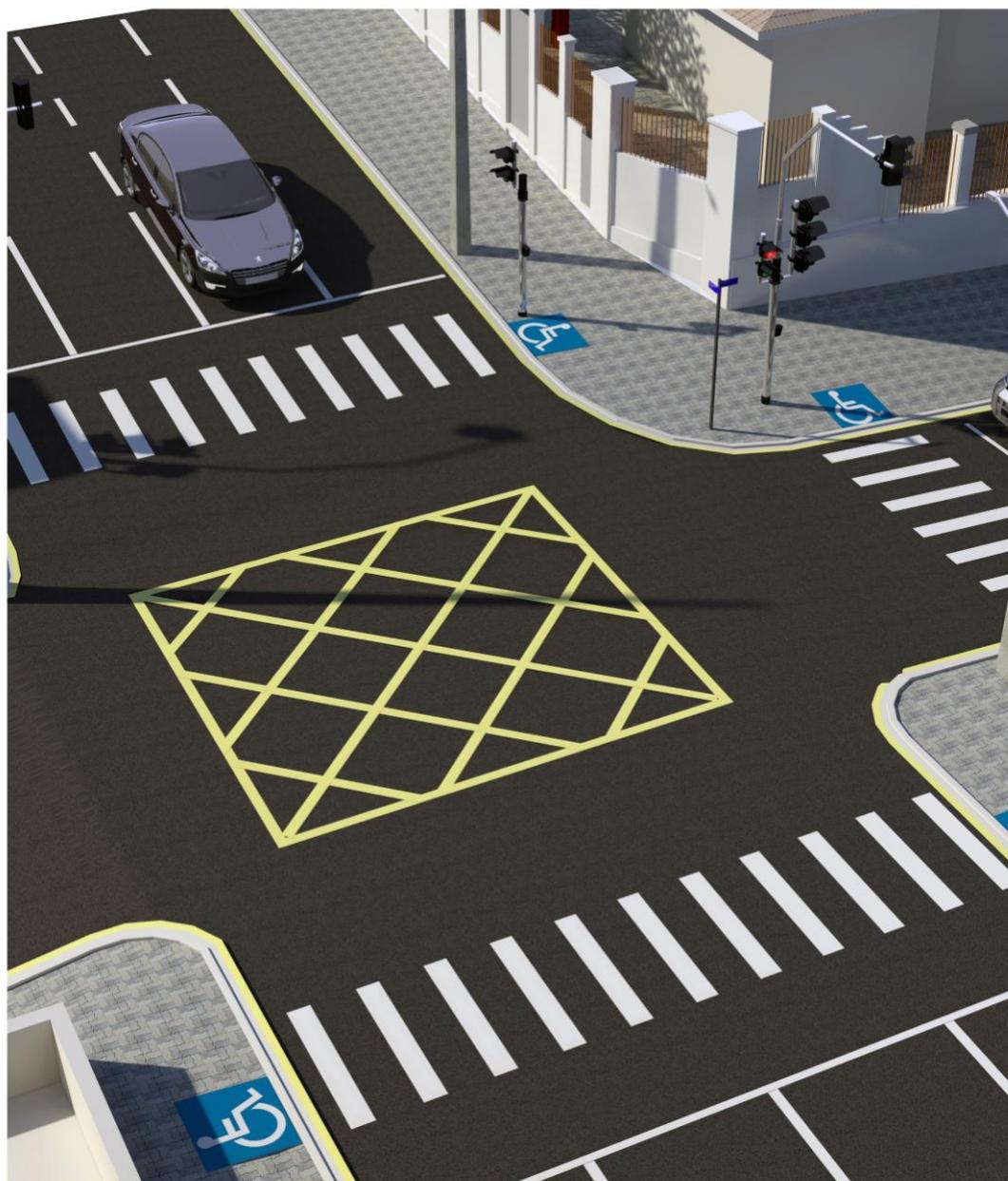


Figura 21 - IMAGEM 01 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.

Fonte: As autoras (2016).



Figura 22 - IMAGEM 02 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.

Fonte: As autoras (2016).

As Figuras 21 e 22 apresentam uma visão geral da área de estudo onde está localizado o cruzamento. A renderização já apresenta os semáforos que deverão ser implantados no local como medida de segurança viária.



Figura 23 - IMAGEM 03 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.

Fonte: As autoras (2016).

A Figura 23 destaca a placa com os nomes das ruas Ubaldino do Amaral e Itupava, assim como evidencia o muro construído no alinhamento predial que obstrui a visibilidade dos motoristas que provém da Rua Itupava para cruzar a Rua Ubaldino do Amaral.



Figura 24 - IMAGEM 04 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.

Fonte: As autoras (2016).

Na Figura 24 é possível observar que o condutor tem a necessidade de se dirigir quase adentro do cruzamento para ter visibilidade se um veículo está vindo em sua direção, aumentando o risco de um possível acidente.



Figura 25 - IMAGEM 05 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.

Fonte: As autoras (2016).

A Figura 25 apresenta o comportamento do veículo ao respeitar a sinalização do semáforo implantado no local, oferecendo também a possibilidade de pedestres atravessarem a faixa de segurança.

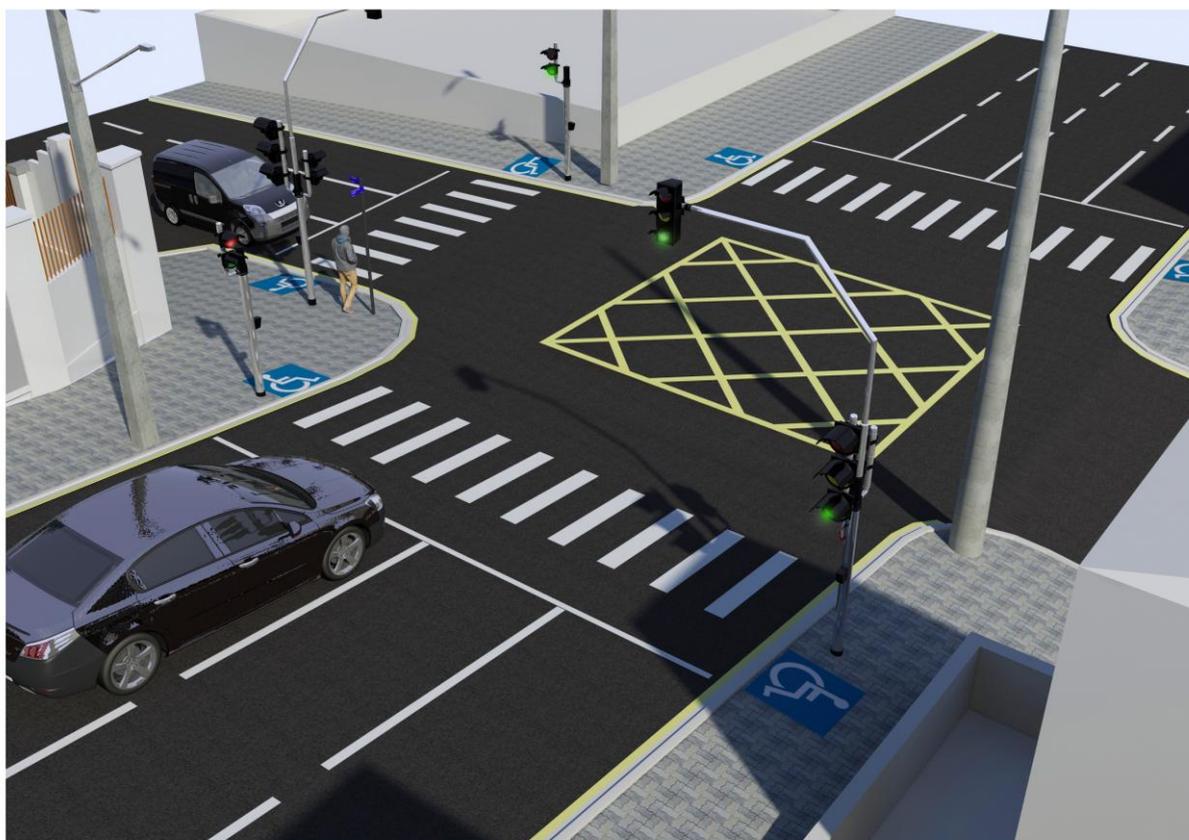


Figura 26 - IMAGEM 06 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.

Fonte: As autoras (2016).

A Figura 26 apresenta o cruzamento observado de outra posição, demonstrando outra perspectiva. Faz-se importante salientar a Marcação de Área de Conflito (MAC) implantada como objetivo de indicar aos condutores a área da pista onde não devem parar o veículo, evitando lentidões e acidentes. Além disso, chama a atenção dos pedestres, estimulando as travessias somente nas faixas de pedestres.



Figura 27 - IMAGEM 07 DO MODELO TRIDIMENSIONAL RENDERIZADO.

Fonte: As autoras (2016).

A Figura 27 demonstra o comportamento do sol e como ele afeta a visão dos motoristas que se deslocam na rua Itupava. Esse fato ocorre principalmente no inverno, estação do ano onde o sol se põe na direção noroeste, e alinha-se com a direção da rua Itupava.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Para compreender a causa dos acidentes e aplicar medidas preventivas, o levantamento de informações sobre os fatores que contribuem para a ocorrência dos acidentes, de forma direta ou indireta, é fundamental para o aumento da segurança viária. Os resultados deste trabalho podem fornecer subsídios para realização de perícias voltadas à segurança viária e análise de fatores contribuintes a acidentes de trânsito, levando em consideração fatores viário-ambientais e, assim, auxiliar no planejamento de ações para a redução dos riscos impostos aos usuários de transporte.

O cruzamento em questão apresenta um grande risco de acidentes relacionados ao trânsito, visto que a visibilidade dos motoristas que se deslocam da rua Itupava com objetivo de cruzar as quatro vias existentes na rua Ubaldino do Amaral, sofrem pelo baixo índice de visibilidade relacionado ao desnível da região, somado às obstruções causadas por um muro junto ao alinhamento predial e demais obstáculos devido a presença de postes e placas.

Com base nos detalhes da superfície topográfica e na superfície do relevo, pôde-se analisar todas as circunstâncias encontradas na região de estudo com os produtos gerados a partir do levantamento realizado e tomada de fotografias.

O modelo tridimensional renderizado é o produto mais interessante para as conclusões das medidas a serem executadas, dado que mostra como o cruzamento se apresentará após execução das recomendações que visam a segurança viária do local.

Tendo isso em vista o que fora abordado no estudo, fez-se possível concluir as melhores adequações da via para serem aplicadas no cruzamento, como as sugestões a seguir:

a) Enaltecendo a segurança dos frequentadores da região, sugere-se a implantação de um semáforo no cruzamento juntamente com a implantação de faixas de segurança para os pedestres, com o objetivo de ordenar o tráfego;

b) O Código de Trânsito Brasileiro (CTB), em seu Artigo 29, diz que a preferência de passagem quando o semáforo se apresenta em funcionamento em amarelo intermitente, é sempre de quem vem à direita do condutor, independente de

haver aclave ou declive, porém dado todos os fatores de risco, é imprescindível que o semáforo esteja em funcionamento ininterruptamente.

c) Implantação de Marcação de Área de Conflito (MAC), demarcando nas vias onde os condutores não devem parar o veículo, evitando lentidões e acidentes.

Em segundo momento, sugere-se que seja realizado um acompanhamento da região por determinado período, para garantir que os critérios de segurança estejam sendo satisfeitos e as estatísticas melhorem, como a diminuição do índice de acidentes.

Este tipo de projeto é interessante por demonstrar uma realidade existente em várias cidades em todo o país, visto que este tipo de cruzamento é encontrado facilmente e somados com a inadimplência de motoristas contribui com o grande número de acidentes causados no trânsito.

Para conclusão da perícia e todo o processo de análises, recomendações e soluções, desenvolveu-se um parecer técnico – que se encontra em apêndice, como resultado final da avaliação das engenheiras peritas sobre a problemática.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10697**. Rio de Janeiro, ABNT: 06/1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13752**. Rio de Janeiro, ABNT: 12/1996.

AUTODESK. **3D Studio Max**. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/products/3ds-max/overview>>. Acessado em 10 de dezembro de 2016.

BACCHIERI, C & BARROS, A. J. D. **Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados**. Rev Saúde Pública 2011; 45(5):949-63. 2011.

BARBOSA, E. M. **Integridade, disponibilidade e acurácia no posicionamento RTK e RTK em rede: Investigação no contexto da rede GNSS ativa do Estado de São Paulo**. Dissertação de mestrado. Presidente Prudente, 2010.

BORGES, A .C. **Topografia aplicada à engenharia civil** . São Paulo, Ed. Edgar BlücherLtda, 1992.

BRITO, J.; COELHO, L. **Fotogrametria Digital**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 2002.

CABRAL, A. F. **Manual da prova pericial**. Rio de Janeiro: Impetus, 2003.

CHAGAS, D. M. **Estudo sobre fatores contribuintes de acidentes de trânsito urbano**. Dissertação Mestrado em Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2011.

CHAGAS, D. M; NODARI, C. T. & LINDAU, L. A. **Lista de fatores contribuintes de acidentes de trânsito para pesquisa no Brasil**. XXVI ANPET, Joinville, 2012.

CHOHFI, R. E. **Mapeamento urbano tridimensional**. Artigo na Revista publicado em InfoGeo. Maio, 1999.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. **Resolução n 111/1956**. Rio de Janeiro: CONFEA, 12/1956.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **CTB – Código de Trânsito Brasileiro. Lei n 9.503/97**. Brasília: DENATRAN, 09/1997.

EMBRATOP. **RTK Topcon**. Disponível em: <http://www.embratop.com.br/produto/receptor-gps-topcon-hiper-lite/>. Acessado em 10 de dezembro de 2016.

ILARRAZA, D. **Propuesta: Modelo Tridimensional de una instalación fotovoltaica e nun estacionamiento multipisos em el Centro Judicial de Caguas**. Disponível em: <http://dimarieilarraza.com/3d-views-for-caguas-regional-courthouse-parking-photovoltaic-proposal/>. Acessado em 30 de novembro de 2016.

INCRA. **Manual Técnico de Posicionamento: georreferenciamento de imóveis rurais**. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Brasília, 2013.

LIMA, I. M.; FIGUEIREDO, J. C.; MORITA, P. A. & GOLD, P. **Fatores Condicionantes da Gravidade dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras**. IPEA: Brasília, julho de 2008.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Procedimentos para tratamento de locais críticos de acidentes de trânsito**. 2002

NAING,C; BAYER,S & VAN, E. **Which Factors and Situations for Human Functional Failures**. Project No.027763 - TRACE - D 5.2. UK, 2007. Disponível em: <<http://www.trace-project.org/>>. Acessado em 3 de dezembro de 2015.

NIKON. **Camera Nikon D5100**. Disponível em: < <http://www.nikon.com.br/nikon-products/product-archive/dslr-cameras/d5100.html>>. Acessado em 10 de dezembro de 2016.

OLIVEIRA, A. E.;SERPA, Y. R.; SERPA, Y. R.; ABREU, A. P.; MACEDO, D. V.; RODRIGUES, M. A. F. **Visualização interativa 3D e simulação de dinâmica de acidentes de trânsito em forense utilizando a *Blender Game Engine* em um *seriousgame***. Disponível em: <<http://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/artedesign/29-dt-paper.pdf>>. Acesso em 10 de dezembro de 2016.

ONU-BR. **Ruas e estradas do Brasil estão entre as mais perigosas do mundo, alerta Banco Mundial**. <<https://nacoesunidas.org/ruas-e-estradas-do-brasil-estao-entre-as-mais-perigosas-do-mundo-alerta-banco-mundial/>>. Acessado em 02 de dezembro de 2016.

OMS. **Relatório global sobre o estado da segurança viária 2015**. Publicado por Organização Mundial da Saúde.2015. Disponível em:<www.who.int>. Acessado em 02 de dezembro de 2016.

PENNSSTATE. **Course: GPS and GNSS for Geospatial Professionals**. College of Earth and Mineral Sciences.2014.Disponível em: <<https://www.e-education.psu.edu/geog862/node/1845>>. Acessado em 29 de novembro de 2016.

PEREIRA, Z. S., MORGADO, A. M., GONÇALVES, J.A.**Elaboração de um Arquivo Arquitectónico inserido num Modelo Tridimensional Urbano**. 2003

SILVA, H. R. **Desempenho do RTK em rede sob efeito da cintilação ionosférica**. Dissertação de mestrado. Presidente Prudente, 2014.

SOUZA, A. M.B. Análise e comparação de estruturas geodésicas tridimensionais definidas por métodos planialtimétricos de medição. Dissertação de Mestrado. UFPE. Recife, 2012.

STEIN, D. P. Avaliação da degradação do meio físico da bacia do rio Santo Anastácio, oeste paulista. Tese (Doutorado em Geociências). Programa de Pós-graduação da Universidade Estadual Paulista – IGCE. Rio Claro, SP. 1999.

PARECER TÉCNICO

**PERÍCIA ORIENTADA A SEGURANÇA VIÁRIA DE UM CRUZAMENTO NO
MUNICÍPIO DE CURITIBA – PR**

Fabiane Piovesan de Moraes, Engenheira Cartógrafa e Agrimensora, registrada no CREA 0001-D/PR, perita em acidentes de trânsito; e

Giane Triches, Engenheira Cartógrafa e Agrimensora, registrada no CREA 0002-D/PR, perita em segurança viária; apresentam parecer técnico conforme segue:

1.FINALIDADE

O presente descreve as etapas da realização de uma perícia de um cruzamento viário em trecho urbano, com a finalidade de analisar através de mensurações e estudos, a segurança dos freqüentadores da região, motoristas, passageiros, ciclistas e pedestres, dado que o cruzamento das vias apresenta baixo índice de visibilidade, o que gera um grande risco de acidentes relacionados ao trânsito. Assim, deseja-se definir soluções visando à segurança viária.

2. ÁREA DE ESTUDO

A perícia realizou-se no município de Curitiba – PR, em um cruzamento com limites entre as Ruas Ubaldino do Amaral, Conselheiro Araújo e Itupava, com divisa entre os bairros Centro, Alto da XV e Alto da Glória.



FIGURA 1 - Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: As autoras (2016). Adaptado de Google Earth.

3. CONSIDERAÇÕES SOBRE O LOCAL DE ESTUDO

O cruzamento em questão apresenta um grande risco de acidentes relacionados ao trânsito, visto que a visibilidade dos motoristas que se deslocam da Rua Itupava com objetivo de cruzar as quatro vias existentes na Rua Ubaldino do Amaral, sofrem pelo baixo índice de visibilidade relacionado ao desnível da região, somado às obstruções causadas por um muro de edificação junto ao alinhamento predial e demais obstáculos devido a presença de postes e placas.

4. ANÁLISES REALIZADAS

Para analisar o risco de acidentes presente na via, realizou-se um levantamento planialtimétrico a fim de descrever os aclives e declives da via. Gerou-se uma planta com curvas de nível e modelo digital de terreno, tornando possível a visualização das altitudes da região.

Através da planta planialtimétrica que encontra-se em anexo a este parecer e com o Modelo Digital do Terreno apresentado na Figura 2, é possível observar que a topografia do terreno apresenta um declive de 5 metros.

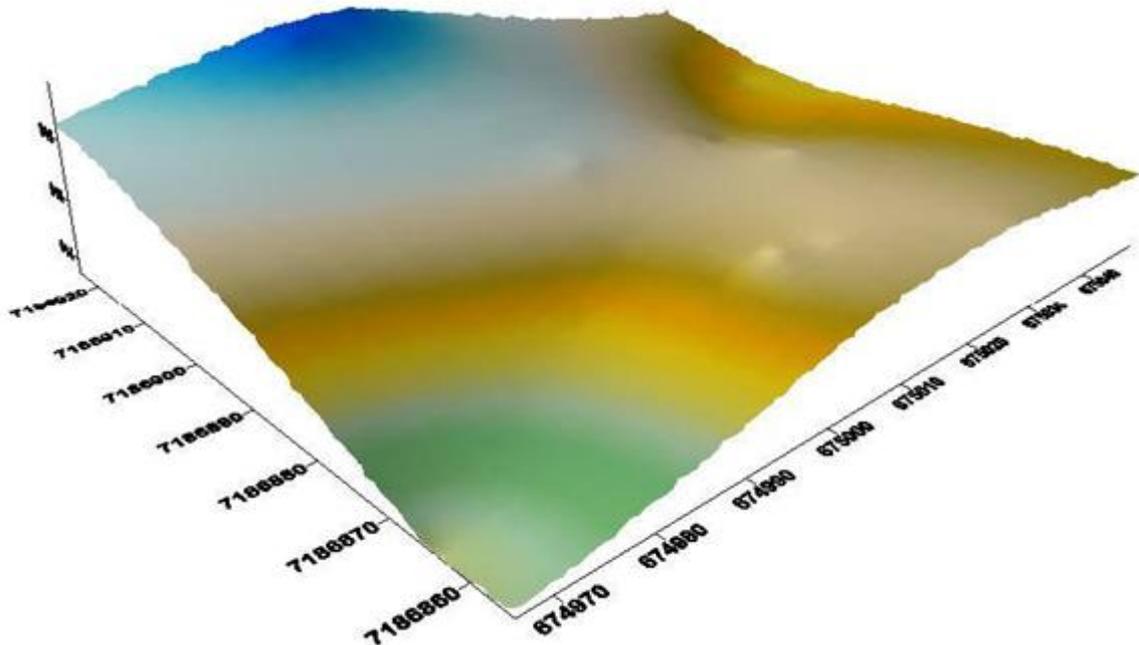


Figura 2 - Modelo Digital do Terreno.

Além disso, a partir de uma série de fotografias da região do cruzamento, fez-se possível elaborar uma modelagem tridimensional renderizada, a fim de salientar as obstruções presentes no cruzamento, como muros, postes e placas.

A Figura 3 apresenta uma visão geral da área de estudo onde está localizado o cruzamento. A renderização já apresenta os semáforos que deverão ser implantados no local como medida de segurança viária.



Figura 3 - Modelo tridimensional renderizado.

A partir da Figura 4 é possível observar que o condutor tem a necessidade de se dirigir quase adentro do cruzamento para ter visibilidade se um veículo está vindo em sua direção, aumentando o risco de um possível acidente.



Figura 4 - Modelo tridimensional renderizado.

Estudando o comportamento do Sol, a Figura 5 é interessante por demonstrar o mesmo e como afeta a visão dos motoristas que deslocam-se na Rua Itupava. Esse fato ocorre principalmente no inverno, estação do ano onde o sol se põe na direção noroeste, e alinha-se com a direção da Rua Itupava.



Figura 5 - Modelo tridimensional renderizado.

5. MEDIDAS A SEREM EXECUTADAS

Em primeira instância, sugerem-se as seguintes medidas:

a) Enaltecendo a segurança dos frequentadores da região, sugere-se a implantação de um semáforo no cruzamento juntamente com a implantação de faixas de segurança para os pedestres, com o objetivo de ordenar o tráfego;

b) O Código de Trânsito Brasileiro (CTB), em seu Artigo 29, diz que a preferência de passagem quando o semáforo se apresenta em funcionamento em amarelo intermitente, é sempre de quem vem à direita do condutor, independente de haver aclive ou declive, porém dado todos os

fatores de risco, é imprescindível que o semáforo esteja em funcionamento ininterruptamente;

c) Implantação de Marcação de Área de Conflito (MAC), demarcando nas vias onde os condutores não devem parar o veículo, evitando lentidões e acidentes.

Em segundo momento, sugere-se que seja realizado um acompanhamento da região por determinado período, para garantir que os critérios de segurança estejam satisfeitos e resultados como o índice de acidentes tenham diminuído.



PLANTA PLANIALTIMÉTRICA

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

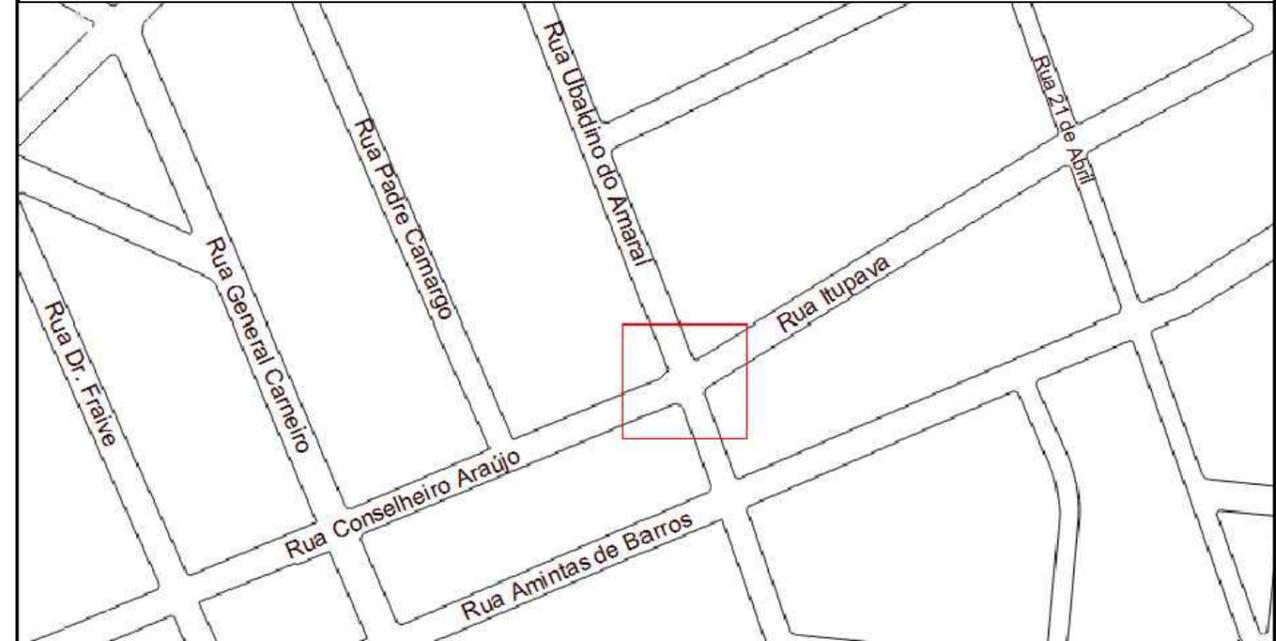
-  Alinhamento Predial
-  Arruamento

MUNICÍPIO: Curitiba
ESTADO: Paraná
DATA: Dezembro / 2016

ESCALA: 1 / 500
SIST. REFERÊNCIA: SIRGAS 2000
MERIDIANO CENTRAL: - 51°
PROJEÇÃO: UTM 22S



MAPA DE LOCALIZAÇÃO



RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:

Fabiane Piovesan de Moraes
Eng^a Cartógrafa e Agrimensora
CREA - PR 0001 / D

Giane Triches
Eng^a Cartógrafa e Agrimensora
CREA - PR 0002 / D



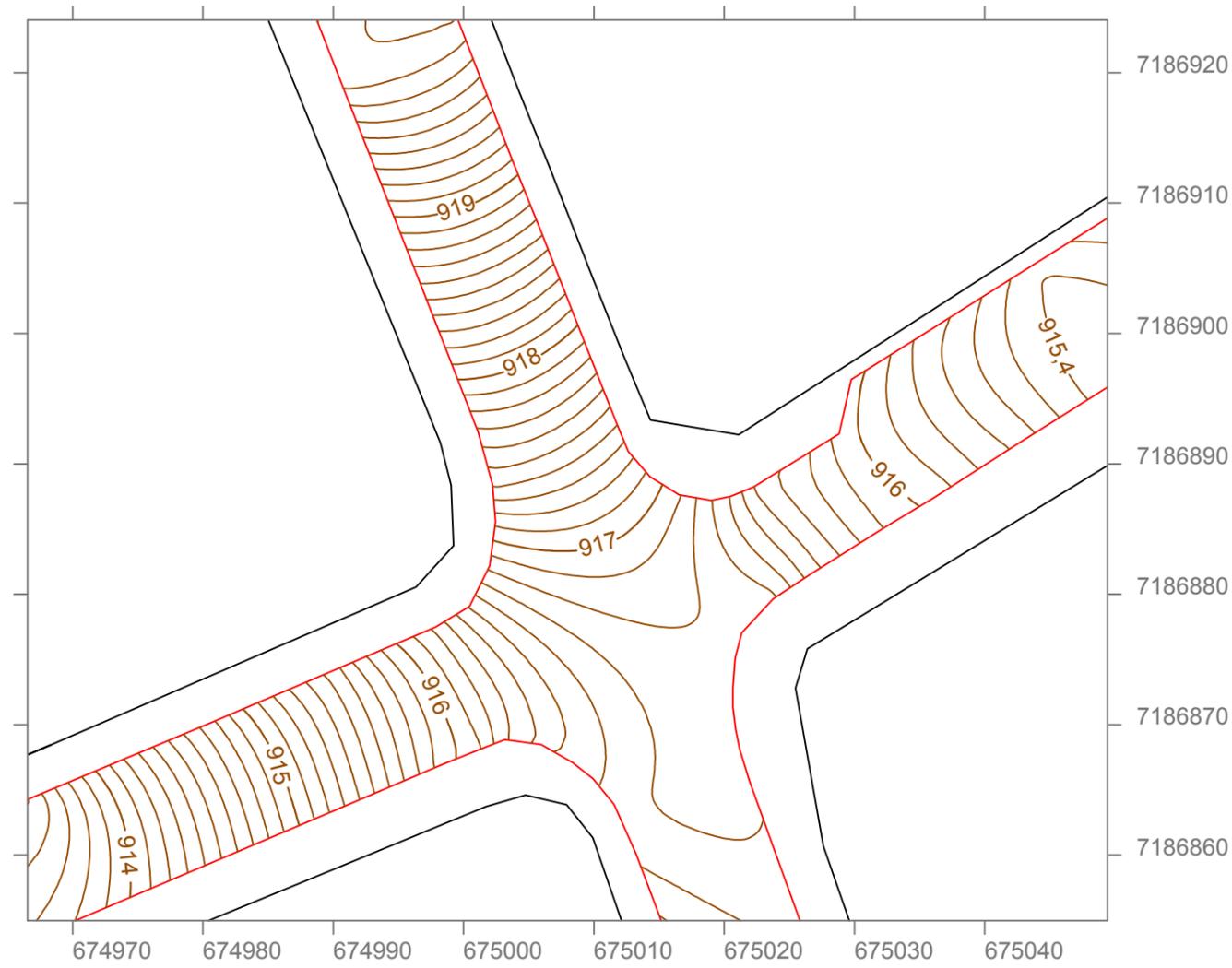
PLANTA PLANIALTIMÉTRICA

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

-  Alinhamento Predial
-  Arruamento
-  Curva de Nível - Mestra
-  Curva de Nível - Intermediária

MUNICÍPIO: Curitiba
ESTADO: Paraná
DATA: Dezembro / 2016

ESCALA: 1 / 500
SIST. REFERÊNCIA: SIRGAS 2000
MERIDIANO CENTRAL: - 51°
PROJEÇÃO: UTM 22S



MAPA DE LOCALIZAÇÃO



RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:

Fabiane Piovesan de Moraes
Eng^a Cartógrafa e Agrimensora
CREA - PR 0001 / D

Giane Triches
Eng^a Cartógrafa e Agrimensora
CREA - PR 0002 / D