

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DO REFERENCIAL DE NÍVEL DAS INUNDAÇÕES DA
CIDADE DE LAJEADO / RS COM RELAÇÃO À RÉGUA LINIMÉTRICA
DO PORTO DE ESTRELA / RS**

Claiton Greiner

Lajeado, novembro de 2014

Claiton Greiner

**AVALIAÇÃO DO REFERENCIAL DE NÍVEL DAS INUNDAÇÕES DA
CIDADE DE LAJEADO / RS COM RELAÇÃO À RÉGUA LINIMÉTRICA
DO PORTO DE ESTRELA / RS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Engenharia Ambiental, do Centro Universitário UNIVATES, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Rafael Rodrigo Eckhardt

Lajeado, novembro de 2014

Claiton Greiner

**AVALIAÇÃO DO REFERENCIAL DE NÍVEL DAS INUNDAÇÕES DA
CIDADE DE LAJEADO / RS COM RELAÇÃO À RÉGUA LINIMÉTRICA
DO PORTO DE ESTRELA / RS**

A banca examinadora abaixo aprova o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental:

Prof. Ms. Rafael Rodrigo Eckhardt – orientador
Centro Universitário UNIVATES

Prof. Flávio Aguiar Folletto
Centro Universitário UNIVATES

Prof. Dr. Guilherme Garcia de Oliveira
Centro Universitário UNIVATES

Lajeado, novembro de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que iluminou minha caminhada durante a elaboração deste trabalho de conclusão de curso.

A minha mãe Reni por me apoiar e incentivar, pelo amor sempre incondicional e toda a minha família pelo apoio sempre dedicado.

A minha esposa Fernanda pelo apoio em momentos de preocupações, paciência e entendimento da minha ausência, segurança e amor que me tem dedicado sempre, pelas horas de ensinamentos e devoção nestes anos todos.

Ao meu orientador Prof. Rafael, por transmitir seus conhecimentos e fazer do meu trabalho de conclusão uma experiência positiva, pela sua paciência, dedicação e pela amizade.

A todos os colegas, pela companhia nos momentos bons, nos momentos difíceis e pelas boas conversas, aos demais professores e funcionários do Curso de Engenharia Ambiental que de alguma forma contribuíram pelos conhecimentos técnicos e científicos transmitidos.

“A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original” (Albert Einstein).

RESUMO

As inundações em áreas urbanas do Vale do Taquari são causadas por eventos extremos de precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas. Os impactos socioambientais decorrentes das inundações ocorrem, principalmente, devido à urbanização irregular das áreas sujeitas às inundações. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o referencial de nível das inundações da cidade de Lajeado / RS, utilizando os referenciais de nível municipal (RRNN) e a série histórica de Inundações do Rio Taquari referenciadas ao Porto Fluvial de Estrela, para gerar uma base de dados quantitativa e qualitativa consolidada sobre as medições históricas das inundações para o município de Lajeado. Para fazer esta avaliação foram utilizadas técnicas de topografia e processamento de dados, assim como análise dos níveis de referência utilizados para a marcação dos níveis atingidos pelas inundações. No estudo realizado constatou-se que os níveis das inundações, marcados na régua linimétrica do Porto de Estrela / RS, não estão ajustados com os níveis de referência do IBGE, da RRNN e da base cartográfica digital do município de Lajeado / RS, com base nos levantamentos topográficos realizados na área de estudo, perfazendo uma diferença de 70cm negativos. As réguas linimétricas do Porto de Estrela estão ajustadas com o nível de referência altimétrico de 13 metros. Os levantamentos topográficos realizados *in loco*, com amarração às RRNN municipal, atribuem a altitude ortométrica de 12,30 metros para o nível de referência do Rio Taquari junto às réguas linimétricas do Porto de Estrela, ao invés do nível de referência de 13 metros utilizada desde 1975. Desta forma, todos os níveis das inundações registrados pelo Porto de Estrela desde a sua construção estão 70 cm acima da altitude topográfica ajustada com o nível médio do mar. O referido trabalho pretende contribuir com a integração dos referenciais de nível oficiais, das bases cartográficas municipais e dos planos diretores municipais com a série histórica das inundações aferidas nas réguas linimétricas do Porto de Estrela e a Rede de Monitoramento do Sistema de Prevenção de Enchentes do Vale do Taquari, além de contribuir com o planejamento urbano das áreas sujeitas às inundações.

Palavras-chave: Rio Taquari. Referenciais de nível. Série histórica de inundações.

ABSTRACT

Floods in urban areas of Taquari Valley are caused by extreme rainfall events in the Taquari - Antas basin. The environmental impacts from floods occur mainly due to irregular urbanization of areas subject to flooding. This study aims to evaluate the reference level to flood the city of Lajeado / RS using the municipal level benchmarks (RRNN) and the time series of floods of the Taquari River referenced to Port Estrela River, to generate a quantitative and qualitative consolidated basis data about the historical measurements of flooding for the city of Lajeado. To make this assessment were data collection and processing techniques used and the analysis of the reference levels used for marking levels affected by the flooding. In the study it was found that the flood levels marked in linimétrica ruler of Port Estrela / RS, are not adjusted to IBGE reference levels RRNN and digital base map of the city of Lajeado / RS, based on research carried out in the area study, making a difference of 70cm negative. The rules linimétricas Star Port are set with the reference level of altitude of 13 meters. Surveys carried out on site with the municipal mooring RRNN, attribute the orthometric height of 12.30 feet to the level of the River Taquari link next linimétricas rules Port Estrela, rather than the reference level of 13 meters used since 1975. Thus, all levels of floods recorded at Port Estrela, since its construction are 70 cm above the topographic altitude adjusted to the average sea level. This work aims to contribute to the integration of official - Level benchmarks, municipal cartographic databases and municipal master plans in the time series of floods as linimétricas rulers Estrela Harbour and Network Monitoring System for the Prevention of flooding of the Taquari Valley and contribute for urban planning of areas subject to flooding.

Keywords: Taquari River. Level benchmarks. Historical series of floods .

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Esquema representativo de escoamento natural dos rios em uma bacia hidrográfica..... | 18 |
| Figura 2 – Demonstrativo de enchente e inundação | 19 |
| Figura 3 – Características de uma área com vegetação nativa e uma área urbanizada..... | 20 |
| Figura 4 – Efeito causado por um aterro irregular sobre o nível de água em um rio. | 21 |
| Figura 5 – Bacia Taquari-Antas e a localização do município de Lajeado, RS | 23 |
| Figura 6 – Carta de inundação da área urbanizada de Lajeado | 27 |
| Figura 7 – Plano de representação de um terreno | 29 |
| Figura 8 – Imagem Estação Total Leica TS02 | 31 |
| Figura 9 – Sistema Geodésico Brasileiro rede altimétrica de alta precisão..... | 33 |
| Figura 10 – Linhas externas e internas dos MMCC | 34 |
| Figura 11 – Estação Geodésica Planimétrica 91998 IBGE em Lajeado | 36 |
| Figura 12 – Localização das Estações Geodésicas Planimétrica e Altimétrica IBGE em Lajeado..... | 36 |
| Figura 13 – Localização das RRNN municipais de Lajeado..... | 39 |
| Figura 14 – Marco de concreto demarcando a RN M02 da RRCM | 39 |
| Figura 15 – Local de abrangência da área de estudo | 41 |
| Figura 16 – Histórico de inundações em Lajeado | 42 |
| Figura 17 – Estação Fixada no Porto de Estrela / RS | 47 |
| Figura 18 – Software Posição processando os dados..... | 48 |
| Figura 19 – Pontos e caminhamento projetados no <i>Google Earth</i> | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 20 – Cota demarcada no Porto de Estrela / RS | 51 |
| Figura 21 – RN da AHSUL no Porto de Estrela / RS..... | 52 |
| Figura 22 – Marcações das inundações na garagem da ARLA..... | 54 |
| Figura 23 – Série histórica de inundação com o referencial de 13 m e a série histórica de inundação ajustada com a referência de 12,30 m..... | 59 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Avaliação do nível de referência das réguas linimétricas e do sensor de nível do Porto de Estrela..... | 50 |
| Tabela 2 - Aferição dos níveis topográficos das marcas históricas no Genes Workshop, Associação Rural de Lajeado (ARLA)..... | 53 |
| Tabela 3 - Avaliação das séries históricas de inundação no Porto de Estrela com os resultados obtidos..... | 56 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 Objetivo geral | 15 |
| 1.2 Objetivos específicos | 15 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 16 |
| 2.1 Enchentes e inundações | 16 |
| 2.1.1 Inundações no Vale do Taquari..... | 22 |
| 2.2 Mapeamento das áreas inundáveis..... | 24 |
| 2.2.1 Topografia | 27 |
| 2.2.1 Estação Total | 30 |
| 2.3 Referencial de nível..... | 31 |
| 2.4 Rede de referência cartográfica municipal (RRCM) de Lajeado / RS | 35 |
| 3 METODOLOGIA..... | 40 |
| 3.1 Área de estudo | 40 |
| 3.1.1 Série histórica de inundação | 41 |
| 3.2 Materiais e equipamentos | 42 |
| 3.2.1 Dados das RRNN municipal..... | 43 |
| 3.2.2 Estação Total TS02 Leica | 43 |

| | |
|---|----|
| 3.2.3 Softwares utilizados..... | 44 |
| 3.3 Procedimentos metodológicos | 45 |
| 3.3.1 Coleta dos pontos com a estação total | 45 |
| 3.3.2 Processamento dos dados obtidos | 47 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 50 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 60 |
| 6 REFERÊNCIAS | 63 |
| APÊNDICES..... | 71 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AAGP – Ajustamento Altimétrico Global Preliminar

AHSUL – Administração das Hidrovias do Sul

ARLA – Associação Rural de Lajeado

BDG – Banco de Dados Geográfico

CEAT – Colégio Evangélico Alberto Torres

CODESP – Companhia Docas do Estado de São Paulo

DC – Dedicated Channel

DTM – Digital Terrain Model – Modelo Digital de Terreno

EDM – Usinagem por Descargas Elétricas

GIS – Geographic Information System

GPS – Sistema de Posicionamento Global

HMML - Historical Measurements Municipal Level

IAGS – Inter American Geodetic Survey

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MDE – Modelo Digital de Elevação

MMCC – Máquina de Medir por Coordenadas

NBR – Norma Brasileira

PML – Prefeitura Municipal de Lajeado

PPM – Partes Por Milhão

RAAP – Rede Altimétrica de Alta Precisão

RN – Referencial de Nível

RNM – Referencial de Nível Municipal
RRC – Radio Resource Control
RRCM – Rede de Referência Cartográfica Municipal
RRNN – Referenciais de Nível
SAD69 – *South American Datum 1969*
SAR – Synthetic Aperture Radar
SGB – Sistema Geodésico do Brasil
SIG – Geographic Information System
SIRGAS2000 – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SMMS – Sociedad Mexicana de Mecanica de Suelos
SNI – Serviço Nacional de Informações
SRTM – *Missão Topográfica Radar Shuttle*
TIN – *Triangular Irregular Network*
UTM – *Universal Transversa de Mercator*

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da vida a humanidade se fixou próxima dos recursos hídricos, basicamente devido à necessidade do uso contínuo da água para o consumo ou para atividades como a agricultura, pecuária e uso na indústria. Associado a isto, os rios são muito utilizados para transporte, favorecendo o desempenho comercial e interligando populações ribeirinhas (OLIVEIRA, 2010).

Os municípios localizados à beira dos rios frequentemente sofrem com grandes precipitações, devido a eventos como enxurradas, enchentes e inundações causando impactos negativos como danificações de equipamentos, a suspensão de diversas atividades, a propagação de doenças de veiculação hídrica, perdas materiais e em casos extremos até mortes.

Conforme Tucci (1997), o monitoramento das inundações em áreas urbanas pode ser conduzido de duas formas, sendo a primeira através de medidas estruturais, como retenção através de obras hidráulicas, construção de diques, de bacias de contenção de água e a canalização do escoamento superficial e a segunda através de medidas não-estruturais, como mapeamentos, modelagens e planejamento.

Para Ostrowsky e Zmitrowicz (1991), as medidas estruturais, geralmente, são aplicadas em áreas de grandes dimensões e precisam elevados investimentos. Estas medidas frequentemente não eliminam a probabilidade de ocorrer às

inundações, apenas ameniza a magnitude dos eventos. A adesão desse tipo de medida altera a dinâmica fluvial do rio, podendo causar intensificação de inundações em outros segmentos do rio.

As medidas não-estruturais são definidas usualmente por ações que atingem a bacia como um todo, sendo atribuído sistemas de prevenção que visam à redução dos prejuízos causados pelas inundações ou à adequação dos habitantes das áreas ribeirinhas para que vivam em uma melhor harmonia com a ocorrência desses eventos. Essas medidas dispensam grandes investimentos, pois têm caráter preventivo, através de elaboração de mapas de inundação que subsidiam a reorganização do espaço urbano, uma vez que podem ser úteis para o estabelecimento de novas diretrizes de ocupação em uma cidade (OLIVEIRA, 2010).

O Vale do Taquari, localizado no Estado do Rio Grande do Sul, situa-se na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, onde muitos dos municípios inseridos em áreas ribeirinhas desta bacia são atingidos por inundações decorrentes de precipitações intensas na cabeceira da referida bacia de drenagem, com isto estes eventos de inundações causam grande prejuízos à população local (FLINTSH, 2002).

As inundações do Rio Taquari têm sido relatadas ao longo de décadas, no Porto de Estrela, onde foi instalada uma régua linimétrica, sendo que em períodos de cheia é possível medir o nível da água e conseqüentemente a cota em que ela se encontra, assim possibilitando saber quais áreas estão sendo inundadas naquele momento, divulgado também as estradas interrompidas.

Com base na régua linimétrica localizada no porto de Estrela, RS é adotado a referência de nível (RN) oficial para o Rio Taquari a cota de 13 metros, e a partir da série histórica de inundações o município de Lajeado determinou em seu plano diretor conforme Art. 135, Inciso I, Parágrafo 1º, a não ocupações de áreas em cotas abaixo de 27 m, tendo como referência a régua, por estas estarem em áreas de inundações (PML, 2014). Entretanto não há documentação que comprove quanto ao nível de referência da régua localizada no porto de Estrela / RS estar referenciada em relação ao nível do mar.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o referencial de nível das inundações da cidade de Lajeado, utilizando os referenciais de nível (RRNN) municipal e a série histórica de inundação do Rio Taquari, gerando uma nova base de dados quantitativos e qualitativos sobre as medições históricas de inundação do município. Para fazer esta avaliação foram utilizadas técnicas de topografia e técnicas de processamento de dados, capazes de comprovar e gerar um processo metodológico para geração do mapeamento de áreas inundáveis na área urbana de Lajeado / RS. A escolha do município se deu porque surgiu a dúvida de como é o ajustamento entre as (RRNN) de Lajeado / RS e a régua linimétrica do porto.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar o referencial de nível das inundações da cidade de Lajeado / RS, utilizando os referenciais de nível (RRNN) municipal e a série histórica de inundação do Rio Taquari (baseada na régua linimétrica do porto de Estrela / RS).

1.2 Objetivos Específicos

Comparar o nível das inundações históricas do Colégio Evangélico Alberto Torres (CEAT), da Associação Rural de Lajeado e do Genes *Workshop* com o novo modelo gerado e com a série histórica de inundação;

Comparar o nível das inundações históricas com o novo modelo gerado no município de Lajeado / RS.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Enchentes e Inundações

No início do século XX, a proporção da população urbana mundial era de 15%, entretanto para o final deste século houve um aumento da população de 50% nas áreas urbanas, sendo este processo mais acelerado em países emergentes. Isto ocorre devido a uma consequência natural do desenvolvimento econômico atual, pois o setor primário apresenta baixos índices na economia (FOSTER, 1990).

O Brasil ao longo do século XX apresentou um grande crescimento da população urbana, principalmente nas regiões metropolitanas, uma taxa de 80%, ficando com altos índices de população em área urbana. O crescimento significativo populacional em áreas urbanas começou na década de 60, onde teve início uma ocupação dos grandes centros de forma desordenada e sem infraestrutura piorando a situação na década de 80, quando os investimentos nesta área foram reduzidos (TUCCI, 2002).

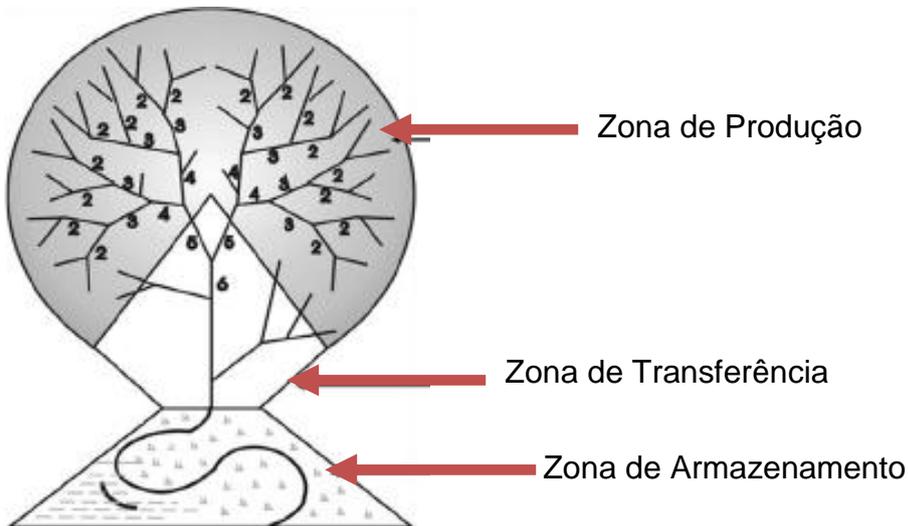
Para Becker (2006), o crescimento da população urbana causa intensa modificação no uso do solo, que por sua vez diminui a infiltração da água e aumenta o volume de escoamento superficial para os rios alterando o ciclo hidrológico, causando inundações e alagamentos, atingindo a população e provocando prejuízos sociais e econômicos.

A população sempre buscou registros históricos muitas vezes de pessoas mais velhas que vivem em locais de ocorrências de enchentes para ocupar o leito

maior dos rios, planícies de inundações, sem um estudo mais aprofundado. Também os Planos Diretores Urbanos da maior parte das cidades brasileiras não restringem a ocupação destas áreas. Associado a este fato, áreas ribeirinhas não viáveis economicamente ou pertencente ao poder público são ocupadas de forma irregular. Esta população aciona a Defesa Civil periodicamente para transferência delas para áreas seguras. Dependendo do local da habitação, quando ocorrem grandes enchentes os prejuízos são grandes, pois ocorrem inundações das residências, perda de bens materiais, veículos, problemas com a infraestrutura urbana e até mesmo perda de vidas (TUCCI *et al.*, 1995 apud ECKHARDT, 2008).

Segundo Oliveira (2010), as enchentes são eventos naturais, em decorrência de processos climáticos locais e regionais, que contribuem para a manutenção hidrológica e processos geomorfológicos regionais, sendo que as enchentes envolvem toda a rede de drenagem contribuinte e decorrem do ciclo hidrológico natural. De acordo com Santos (2007), a ascensão do nível do rio está associada à seção de escoamento fluvial, então para uma variação de vazão igual, à subida do nível da água pode atingir uma magnitude maior ou menor, pois vai depender das condições físicas do curso de água, como a declividade e o tipo de material do leito e das margens do rio. Abaixo a **Figura 1** esquematiza o processo natural de escoamento dos rios em uma bacia hidrográfica.

Figura 1 - Esquema representativo de escoamento natural dos rios em uma bacia hidrográfica.



Fonte: Adaptado de Kurek, R., 2012 *apud* Schumm, 1988.

As áreas mais altas da bacia hidrográfica são mais receptoras das precipitações pluviométricas, devido ao grande local com muitos canais coletores. Estas áreas recebem toda água das chuvas dispersas e sedimentos arrastados por ela, caracterizando-se como zona de produção. Mais abaixo ocorre a zona de transferência, são áreas com uma altitude intermediária, sendo o local onde inicia o processo de acúmulo de água e transferência de sedimentos que serão levados até a zona de armazenamento. Neste processo os rios vão sedimentando e assoreando cursos de água (KUREK, 2012).

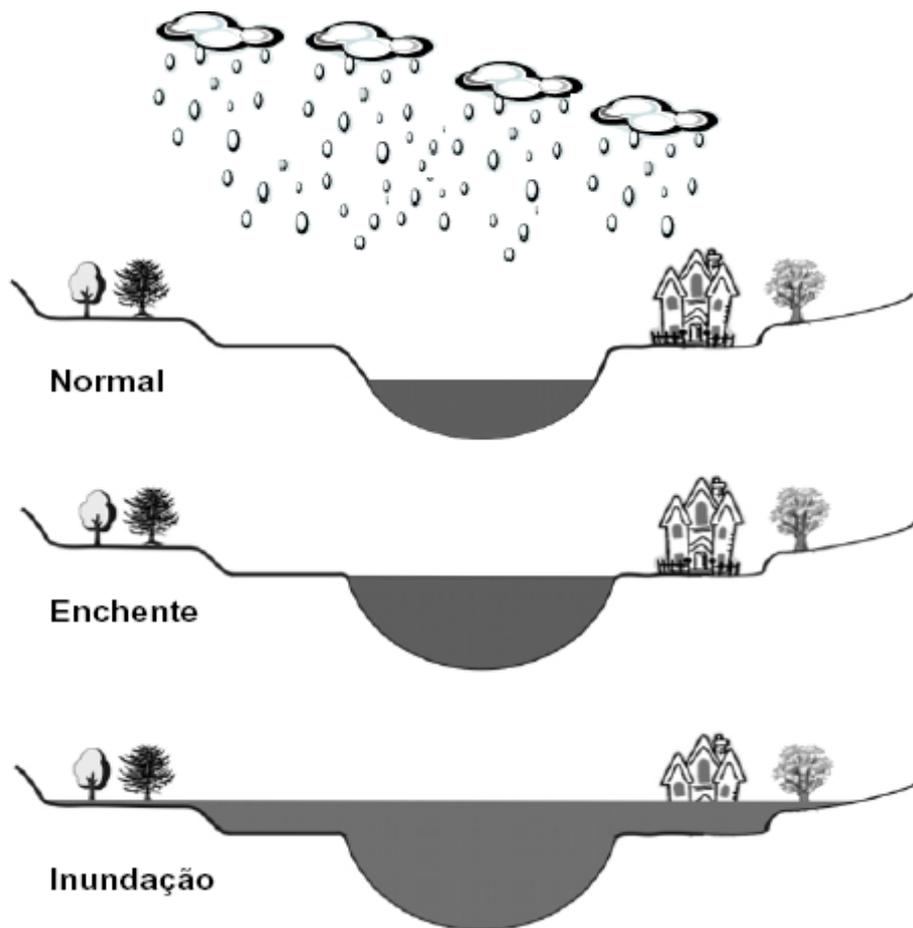
As planícies de inundações da zona de armazenamento da bacia hidrográfica são as mais prejudicadas, assim como a população ribeirinha, pois com o aumento de vazão e níveis das águas do rio nestas áreas a ocorrência de enchente e inundações são maiores (KUREK, 2012).

Tucci e Bertoni (2003) classificam o leito do rio em leito menor, que é a calha do rio, onde a água escoava quase todo tempo e suas margens são bem definidas e o leito maior geralmente é inundado aproximadamente a cada dois anos. O leito maior é subdividido por Guerra e Cunha (2007), em leito maior e leito maior excepcional, o

qual é chamado também de planície de inundação, ocupado em grandes inundações, podendo ocorrer por intervalos de dezenas de anos.

Segundo Kobiyama *et al.* (2006), a inundação é uma elevação do nível dos rios acima de sua vazão normal, ocorrendo o transbordamento de suas águas sobre as áreas próximas ao rio, porém se não ocorrer o transbordamento e o rio ficar praticamente cheio, chama-se enchente. Por isto, no mundo científico, os termos inundação e enchente devem ser usados de forma diferenciada, abaixo a **Figura 2**, demonstra enchente e inundação.

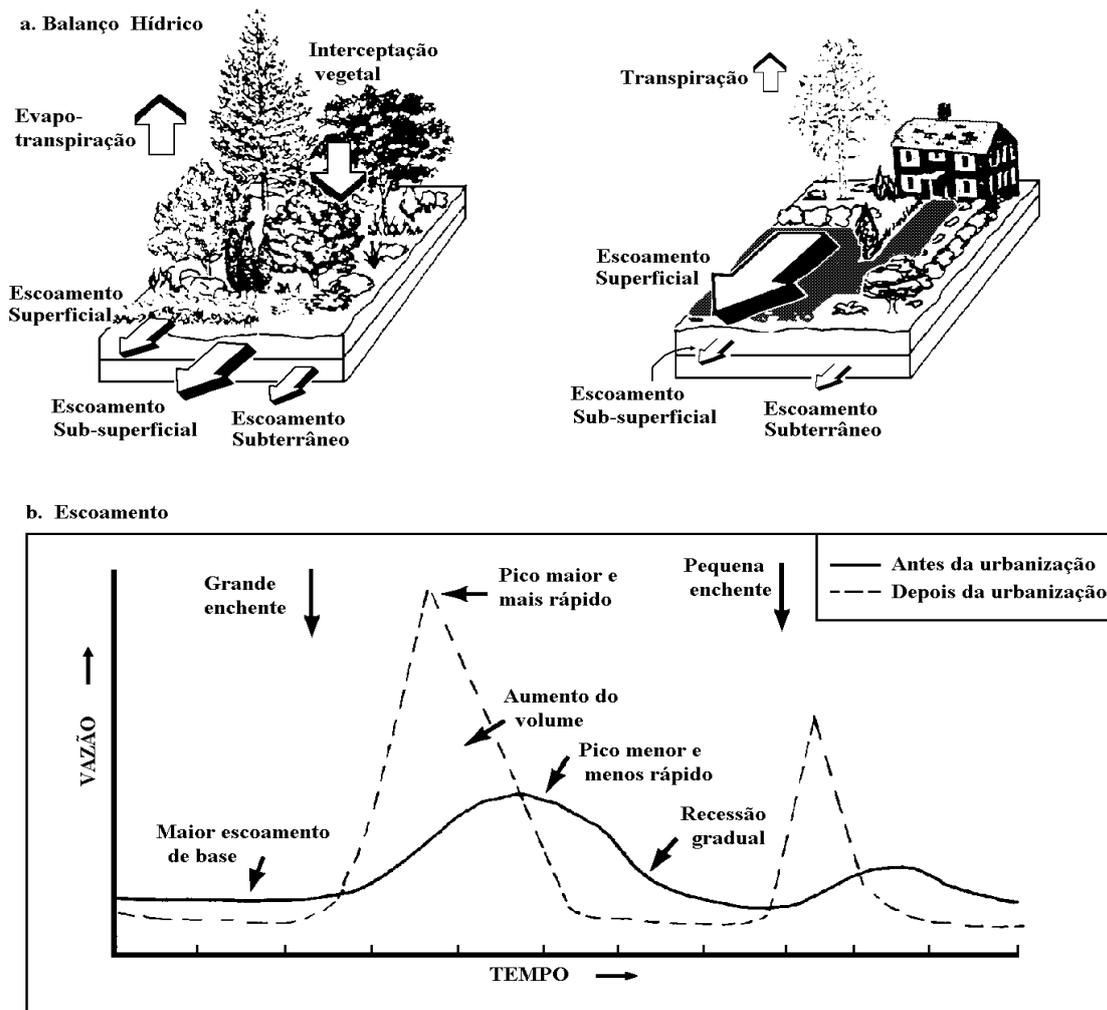
Figura 2 - Demonstrativo de enchente e inundação.



Fonte: Goerl e Kobiyama, 2005.

Segundo Oliveira (2010), as modificações do meio ambiente natural ocasionado pela urbanização têm aumentado os efeitos das inundações em áreas urbanas, pois a retirada da cobertura vegetal nativa destes locais e a impermeabilização do solo e construções inadequadas como pontes e aterros devido à ocupação irregular, implica na alteração do ciclo hidrológico natural, pois ocorre uma diminuição da infiltração de água no solo e com isto aumenta o escoamento superficial, assim provocando erosões, assoreamentos e inundações, a **Figura 3** demonstra o reflexo na infiltração devido à urbanização.

Figura 3 - Características de uma área com vegetação nativa e uma área urbanizada.

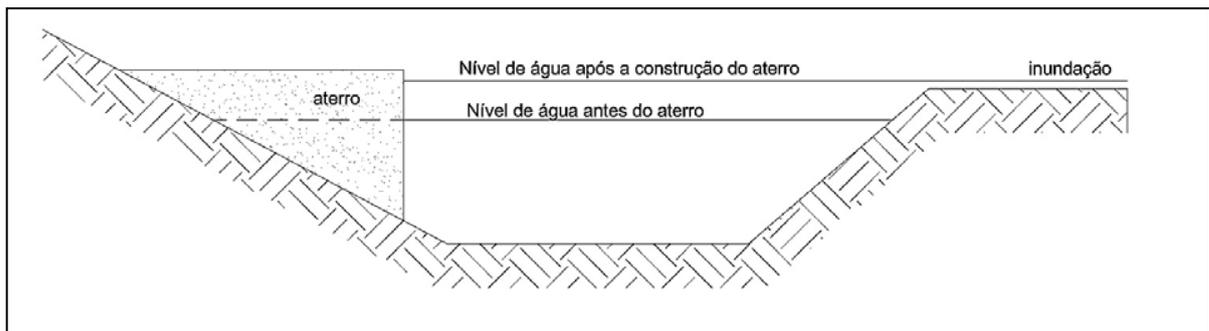


Fonte: Adaptado de Schueler, 1987.

As intervenções humanas ao longo de uma bacia hidrográfica causam grandes danos que podem aumentar ou diminuir a amplitude das inundações, sendo que as intervenções dominantes estão ligadas às áreas urbanizadas e aos seus obstáculos prejudicando o escoamento da água. O avanço das áreas urbanizadas sobre as planícies de inundações provoca a impermeabilização do solo, com isto aumentando o escoamento superficial e a redução do tempo de resposta da bacia, pois uma área urbanizada pode apresentar um tempo de resposta de 5 a 20 vezes menor que uma bacia natural (SANTOS, 2007).

Agravando a situação está a implantação de zonas industriais, aterros irregulares e abertura de novas áreas loteadas (SANTOS, 2007). A **Figura 4** caracteriza o efeito de um aterramento sobre o nível da água no rio.

Figura 4 - Efeito causado por um aterro irregular sobre o nível de água em um rio.



Fonte: Adaptado de Santos, 2007.

As áreas ribeirinhas, que amortecem grandes inundações, acabam sendo ocupadas e muitas vezes aterradas, fazendo com que as águas que ali inundavam acabam buscando outros caminhos e atingem locais que ainda não haviam inundado (ROSMAN, 2001).

Outro fator que agrava a situação das inundações, que não é o caso do Rio Taquari, podendo ocorrer em locais isolados é a deposição de resíduos sólidos (lixo e materiais volumosos) próximos às margens dos rios provocando efeito parecido ao de um aterro. O lixo pode ser transportado à jusante e encalhar em locais como

pilares de pontes e bueiros, causando entupimento e reduzindo a seção de escoamento de um rio.

Resumindo, os impactos ocorridos em áreas urbanizadas ocasionados pelas inundações vão depender da intensidade da ocupação das áreas ribeirinhas e conseqüentemente da impermeabilização e canalização da rede de drenagem urbana (TUCCI e BERTONI, 2003).

2.1.1 Inundações no Vale do Taquari

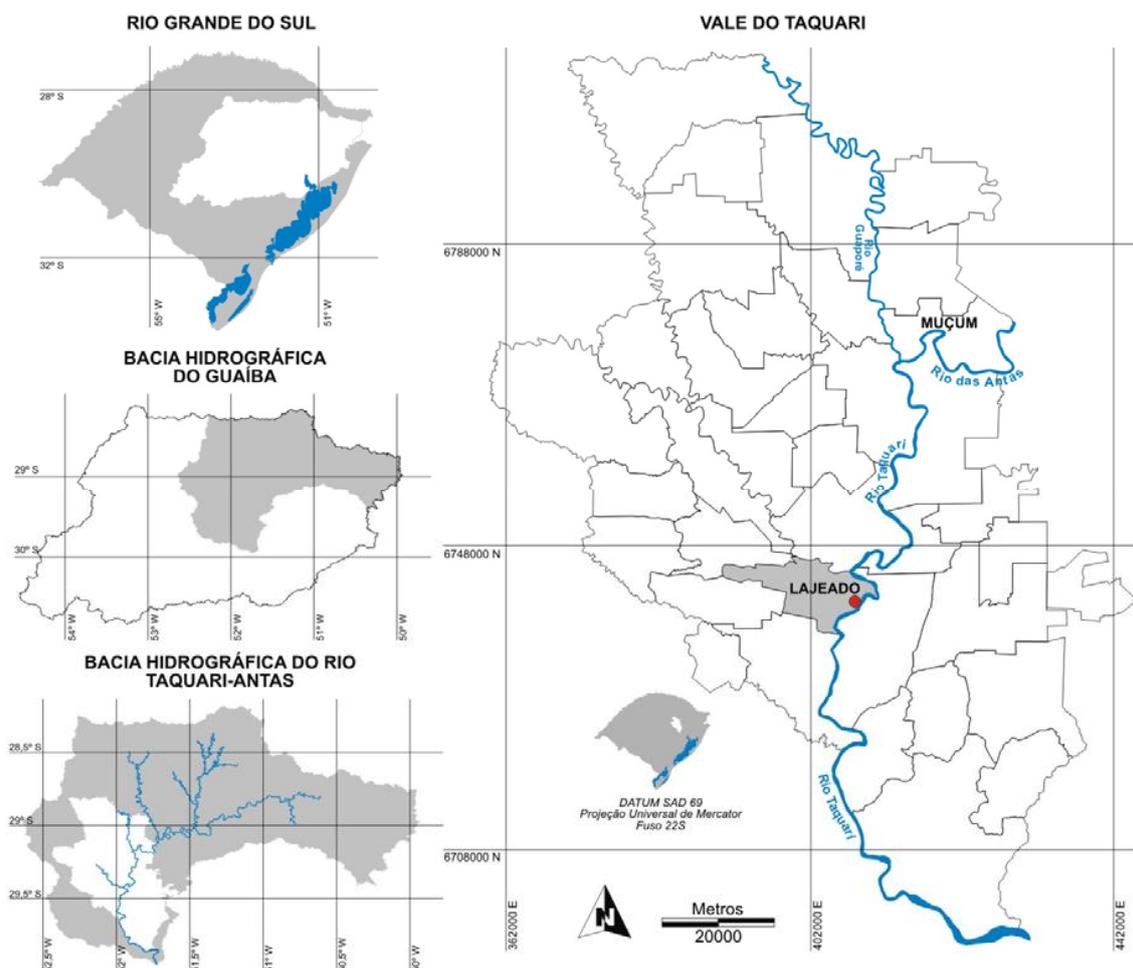
O Vale do Taquari está inserido na bacia hidrográfica Taquari-Antas, sendo que esta bacia localiza-se ao sul da bacia Apuaê-Inhandava, a leste com as bacias Alto Jacuí e Pardo, a oeste da bacia do Caí. Está inserida ao centro e nordeste do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de 28°10' a 29°57' de latitude sul e 49°56' a 52°38' de longitude oeste, abrangendo uma área de 26.415,45 km², equivalendo 9% do território do estado (FERRI, 1991). O Rio Taquari-Antas nasce na porção leste do Planalto dos Campos Gerais, nos municípios de Cambará do Sul, Bom Jesus e São José dos Ausentes. O Rio das Antas muda de denominação no município de Muçum na confluência com o Rio Carreiro, onde passa a se chamar de Rio Taquari. Possui extensão de 530 km, sendo que 390 km é chamado de Antas e 140 km de Rio Taquari. Desemboca no Rio Jacuí que por sua vez desemboca no rio Guaíba, formando a Região Hidrográfica do Guaíba (FERRI, 1991 e FEPAM, 2014, texto digital).

A bacia hidrográfica Taquari-Antas apresenta uma considerável problemática no que diz respeito aos impactos gerados pelas inundações, pois seus afluentes caracterizam-se por intensas e bruscas variações das vazões (FERRI, 1991).

As ocorrências de chuvas intensas e distribuídas em áreas altas da bacia concentram grandes volumes de água que se propagam rapidamente rio abaixo, com isto o Rio Taquari acaba extravasando em sua parte baixa, incluindo o Vale do Taquari, onde ocorre o maior número de prejuízos devido às inundações por

apresentar maior concentração populacional às margens do rio (FERRI, 1991), totalizando 10 municípios do Vale do Taquari atingidos pelas inundações, entre eles Lajeado/RS. A **Figura 5** demonstra a localização de Lajeado dentro do Vale do Taquari e o percurso do rio pelo vale.

Figura 5 - Bacia Taquari-Antas e a localização do município de Lajeado, RS.



Fonte: Eckhardt, 2008.

Segundo Ferreira *et al.* (2007), que analisou os índices pluviométricos medidos na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, constatou que precipitações com duração mínima de dois dias com média superior a 80 mm, já ocorrem as primeiras inundações na cidade de Lajeado.

Em 24 de setembro de 2007, ocorreu uma inundação precedida de quatro dias de chuva, onde foi medida uma precipitação média acumulada de 246,20 mm na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas. Na cidade de Lajeado resultou elevação do nível do rio em 12,97 m, causando inundação até a cota topográfica 25,97m (ECKHARDT, 2008).

2.2 Mapeamento das Áreas Inundáveis

Conforme Enomoto (2004), o mapeamento em áreas inundáveis é importante para auxiliar no controle e prevenção de inundações, pois os mapas deveriam ser um referencial para programas de redução de danos por terem uma importância legal em termos de zoneamento e outras medidas não estruturais (FRIESECKE, 2004).

Para Andjelkovic (2001), ao realizar um mapeamento em áreas de inundações, pode-se utilizá-lo para construir estruturas que amenizam as inundações, alertando proprietários de áreas ribeirinhas, assim como amparar autoridades a desenvolver outros tipos de atividades sustentáveis para estas áreas.

Um dos instrumentos que mais ajudam em análise de área inundável é o mapeamento, visto que a partir do mapa é possível elaborar medidas preventivas, planejar e estabelecer ações entre comunidade e o poder público com a finalidade de criar uma proteção permanente contra inundações (MARCELINO *et al.*, 2006).

Shidawara (1999) argumenta que em municípios menores, com poucos recursos econômicos não tem como implantar sistemas sofisticados com alto valor agregado para monitorar e alertar sobre inundações e que os mapas para estes fins tem grande importância.

O mapeamento de áreas de risco de inundação destina-se a complementar a ausência de sistemas de alertas que é uma deficiência no Brasil, pois é uma

ferramenta essencial para prevenção de desastres naturais (KOBAYAMA *et al.*, 2006).

De acordo com Santos (2007), o mapa em áreas inundáveis é construído através da carta de inundação, onde representa as áreas inundadas quando determinado nível de água é atingido em uma seção fluviométrica de referência e poderá usar diversas escalas para elaborar o mapa, diferenciando os níveis de detalhamento.

Sippel *et al.*, (1998) verificaram que toda área inundada da Bacia do Amazonas ocorre de maio a agosto, através de levantamentos a partir de dados dos sensores *Scanning Multichannel Microwave Sensor* (SMMS) do satélite Nimbus 7.

Para concepção de mapas e/ou modelos de inundação utiliza-se o emprego de dados obtidos por sensoriamento remoto, disponíveis nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's). Os materiais mais utilizados para elaboração de mapeamentos de áreas inundáveis são imagens orbitais multiespectrais e de radar, Modelos Digitais de Elevação (MDE), dados hidrológicos (chuva, vazão e cota) e dados da bacia hidrográfica, tais como declividade, solos e vegetação, entre outras (OLIVEIRA, 2010).

Para o mapeamento de áreas inundáveis, podem ser utilizados dados de sensores ópticos (MERTES *et al.*, 1996 e SHIMABUKURO *et al.*, 2002), sensores ativos como por exemplo o radar (HESS *et al.*, 2003) e Modelo Digital de Elevação (MDE), decorrente de dados ópticos (por ex. ASTER-TERRA) ou de sistemas *Synthetic Aperture Radar* (SAR), tais como o *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) (RABUS *et al.*, 2003). Os elementos topográficos adquiridos do SRTM, disponibilizados gratuitamente para todo o mundo, tem sido empregado nos estudos da geomorfologia. Para o projeto Topodata (VALERIANO e ROSSETTI, 2012), retiraram dados de 3 arcos de segundos (cerca de 90 m de resolução espacial) para 1 arco de segundo (em torno de 30 m), sendo que a partir destes dados foram obtidos dados geomorfométricos com declividade, curvatura horizontal e vertical (VALERIANO e ROSSETTI, 2012).

Alcântara e Zeilhofer (2006) utilizaram técnicas de geoprocessamento para determinação de inundações na área urbana em Cáceres / MT, sendo que as plantas planialtimétricas foram processadas através do *software* SPRING do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) e interpolados modelos digitais de terreno. Elaboraram um mapeamento temático dos riscos de inundações após a modelação digital do terreno, utilizando como cota média de inundação uma altitude de 117,26 m.

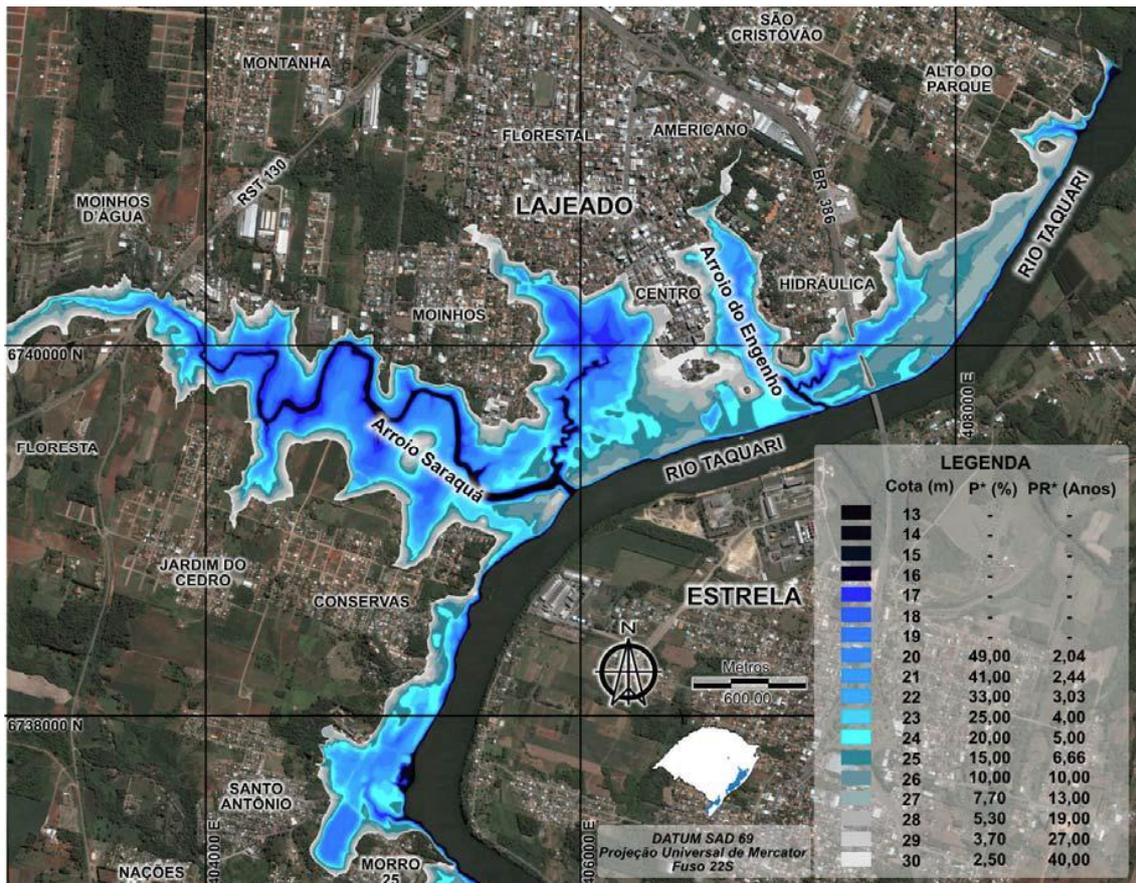
Schult e Pinheiro (2003) elaboraram mapas de inundação do município de Blumenau, em Santa Catarina. Os mapas foram montados a partir de um levantamento planialtimétrico em escala 1:2.000, sendo que as curvas de nível tinham equidistância de 1 metro entre elas. Para este trabalho, foram analisadas as cotas de inundação ocorrida em agosto de 1984, totalizando 879 pontos ao longo da cidade. A sequência da inundação não foi para uma única cota, atingindo divergentes cotas por onde a água passou vista nos pontos visitados em campo, produzindo um plano inclinado, igual ao da linha da água na inundação, projetado pelos pontos coletados em campo. Este modelo de mapeamento exige pontos amostrais de campo, tornando-o complexo, mas representando com um nível de detalhamento maior do avanço da água perante a área urbanizada.

Eckhardt (2008) utiliza a mesma metodologia que SCHULT e PINHEIRO (2003), para mapeamento de áreas inundadas pelo rio Taquari no município de Lajeado, RS. Entretanto, devido ao represamento do rio por uma barragem à jusante do posto fluviométrico utilizado, localizada no município de Bom Retiro do Sul, RS, neste trabalho foi considerada uma cota única de inundação para todo município de Lajeado (a inundação ocorre de forma plana sobre o município).

Bem como no estudo de Schult e Pinheiro (2003), Eckhardt (2008) também utilizou um MDE de alta precisão para modelar os locais atingidos pelas inundações em Lajeado. Os dados altimétricos obtidos em campo foram emparelhados com dados fluviométricos do município, onde se gerou um modelamento cartográfico

para mapeamento da área urbana inundável. Os resultados alcançados pelo mapeamento foram positivos, gerando uma precisão planimétrica de mapeamento de 1 metro (**Figura 6**).

Figura 6 - Carta de inundação da área urbanizada de Lajeado.



Fonte: Eckhardt, 2008.

2.2.1 Topografia

A palavra Topografia origina-se das palavras gregas *topos* (lugar) e *graphen* (descrever) conceito, portanto, a descrição de um lugar. A topografia trata-se de uma ciência que se baseia na forma Geométrica e Trigonométrica, de âmbito restrito, pois é uma divisão da Geodésia, que tem por finalidade o estudo da forma e dimensões da Terra (ESPARTEL, 1980).

A topografia trata-se da aquisição de dados físicos da superfície de um local delimitado, onde não é considerada a curvatura da terra, sendo muito utilizado em estradas, rodovias, construções em geral, levantamentos ambientais, delimitação de propriedades, etc. (MASSITA, A. e SEYDELL, R.R.M.; 2009).

Segundo a NBR 13133 - 1994 descreve levantamento topográfico como:

Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhes visando à sua representação planimétrica numa escala predeterminedada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também predeterminedada e/ou pontos cotados.

Existem dois processos independentes, que fundamentam a topografia, sendo que o primeiro caracteriza-se por questões métricas de medição de cálculo, conhecido por Topometria, e o segundo caracteriza-se por questões de representação conhecido por Topologia. A Topometria estuda métodos aplicáveis para aquisição de pontos topográficos, métodos de processamento e métodos de ajustamento das medições, sendo dividida em planimetria e altimetria. Já a Topologia está relacionada com Desenho Topográfico, onde são transferidos para a planta todos os dados obtidos na Topometria (ERBA *et al*, 2003).

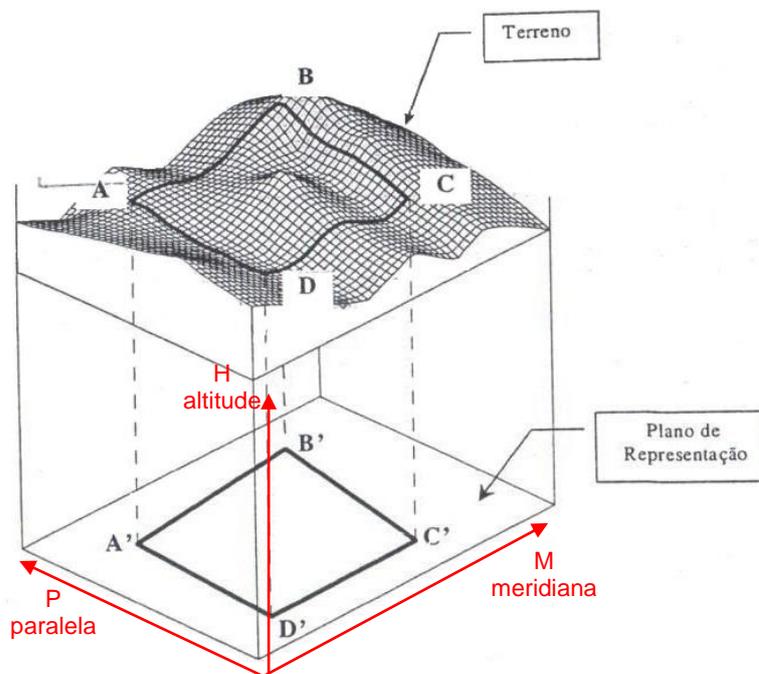
A planimetria determina as posições dos pontos topográficos em um plano de projeção, utilizando um sistema de referência estipulado (coordenadas x , y). A Altimetria utiliza métodos que quantificam as distâncias verticais dos pontos (coordenada z). Com a união da planimetria e da altimetria é possível medir simultaneamente as três coordenadas gerando a planialtimetria, caracterizando um levantamento topográfico completo, possibilitando o conhecimento do relevo estudado (ERBA *et al*, 2003).

Para Antunes (1995), a caracterização geométrica da superfície de um espaço físico real de um terreno é geralmente realizada por uma função do tipo $f=f(x, y, z)$, onde z é uma função implícita $z=z(x, y)$. Para a cartografia terrestre, onde plano cartográfico representa a superfície física da Terra, onde $M=x$ (distância à

meridiana) e $P=y$ (distância à perpendicular), descrevendo-se por coordenadas planimétricas e a representação em altitude, onde $h=z$, determinando a coordenada altimétrica, que por sua vez também é conhecida como cota representada por C . A superfície de um terreno, também chamado de relevo da superfície é definido através de curvas de nível $C=C(M,P)$, sendo que $C=Constante$ para cada nível, formando o conhecido modelo altimétrico do terreno ou modelo numérico do terreno (DTM – *Digital Terrain Model*).

Para exibição de um levantamento topográfico da superfície de um terreno é utilizado um plano, onde os pontos topográficos são ortogonalmente projetados através de coordenadas sem existirem fisicamente. Em alguns casos a representação dos pontos planimétricos (x, y) satisfaz a necessidade da equipe técnica, como por exemplo, mapeamentos de cadastros imobiliários, entretanto na maioria dos projetos de engenharia, como por exemplo obras viárias, canalizações, loteamentos etc., necessitam da Planialtimetria (x, y, z) (**Figura 7**) (ERBA *et al*, 2003).

Figura 7 – Plano de representação de um terreno.



Fonte: Adaptado de Erba et al, 2003.

Conforme destacado por Erba *et al.* (2003), ainda há duas tarefas importantes que um topógrafo executa e que merecem destaque o levantamento e a locação. O levantamento é a execução dos métodos planimétricos, altimétricos e planialtimétricos e a locação é o meio de materializar no terreno o que foi elaborado em uma planta topográfica.

2.2.1.1 Estação total

A Estação Total Eletrônica é uma complementação mais sofisticada do Teodolito, pois com muito mais aplicabilidade faz medições eletrônicas de ângulos e distâncias, com precisão limitado pelo equipamento de aproximadamente um milímetro. A funcionalidade deste equipamento é baseada em projeções de raio *laser* para um prisma que reflete de volta ao equipamento de medição, onde o ponto é registrado (MASSITA e SEYDELL, 2009).

De acordo com Antunes (1995), a Estação Total é definida como um equipamento que mede, em conjunto ou em tempo útil, os ângulos vertical e horizontal e as distâncias, sendo o equipamento mais utilizado para levantamentos topográficos nos dias de hoje. É formada por um Teodolito Eletrônico e um instrumento de Medição Eletrônica de Distância (EDM). Antes da Estação Total no tempo dos Teodolitos, o EDM era acoplado em uma posição concêntrica em relação à luneta, formando assim uma Estação Total Semi-Eletrônica. Nas Estações Totais Eletrônicas atuais o EDM já é incorporado na própria luneta, formando um bloco único (**Figura 8**).

Figura 8 – Imagem Estação Total Leica TS02.



Fonte: Autor, 2014.

A estação Total Eletrônica é um Distanciômetro acoplado com um Teodolito Eletrônico com cartões magnéticos que também são conhecidos como coletores de dados e um microprocessador que controla o estado de operação do equipamento. O coletor de dados frequentemente é uma peça externa que normalmente é uma máquina que faz cálculos conectada ao equipamento por um cabo, onde ajusta os dados coletados no levantamento, após são transferidos para um computador para serem processados em *software* topográficos (RODRIGUES, 2003).

2.3 Referencial de Nível (RN)

Em outubro de 1945 começaram os levantamentos por Nivelamento Geométrico de Alta Precisão do IBGE, feitos pela Seção de Nivelamento (SNi) da Divisão de Cartografia (DC) e chegando ao surgimento da Rede Altimétrica do SGB, onde, no município de Urussanga, Santa Catarina, localiza-se a Referência de Nível RN 1 A (ALENCAR, 1968).

Mais de um ano depois, precisamente em dezembro de 1946, a Rede Altimétrica foi ligada à Estação Maregráfica de Torres, no Rio Grande do Sul. Isto

facilitou o cálculo das altitudes das RRNN já existentes, beneficiando o Brasil de uma estrutura altimétrica essencial destinada ao apoio de mapeamento e suporte às grandes obras de engenharia, tais como barragens, pontes, viadutos, rodovias, saneamento básico.

No ano de 1958, época que a Rede Altimétrica tinha mais ou menos 30.000 km de linhas de nivelamento, ocorreu a troca do Datum Torres pelo Datum Imbituba, definido pela Estação Maregráfica de Imbituba, em Imbituba, Santa Catarina. Com esta troca, houve uma definição mais plausível do nível médio do mar como fonte das altitudes da Rede Altimétrica, pois o marégrafo de Imbituba tinha nove anos de observações de variação do nível do mar, enquanto que Torres tinha apenas um ano de observações (ALENCAR, 1990).

A maior parte da Rede Altimétrica está conectada ao *Datum* Imbituba, com exceção da existente no estado do Amapá (**Figura 9**), por causa da impossibilidade de estabelecimento de RRNN por volta do baixo Rio Amazonas. Com isto surgiu o *Datum* Santana (LUZ e GUIMARÃES, 2001), pois se tornou necessário usar o nível médio do mar no Porto de Santana entre 1957 e 1958.

Figura 9 - Sistema Geodésico Brasileiro rede altimétrica de alta precisão.



Fonte: Fortes, 2011.

Entre 1945 e 1975, foram feitos oito ajustamentos da Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) (1948, 1952, 1959, 1962, 1963, 1966, 1970 e 1975), onde somente os três primeiros consideraram ao mesmo tempo todas as estações da rede (ALENCAR, 1968). A partir do 4º ajustamento, em função da grande quantidade de dados, foram ajustados somente os blocos formados pelas linhas novas, tomando como base as estações cujas altitudes tinham sido calculadas nos blocos anteriores, caracterizando o conjunto como um ajustamento particionado.

No ano de 1988 começou um reajustamento com nova divisão da rede, agora em forma de sub-redes de MMCC formados por linhas principais e internas (**Figura 10**), conforme as seguintes etapas (IBGE, 1991):

1. Crítica da rede com análise de fechamentos de circuitos e linhas de nivelamento;
2. Estudo de viabilidade de aplicação de correções aos erros sistemáticos (correção ortométrica, correção astronômica e correção de refração atmosférica);
3. Geração de um conjunto homogêneo de altitudes ajustadas de referências de nível com o emprego de um método eficiente de ajustamento;
4. Identificação de áreas problemáticas; e
5. Avaliação geral dos circuitos de nivelamento com montagem de croquis.

Com esta nova divisão da rede evitava-se que a propagação de erros causasse distorções na rede, bem como contornava-se as limitações do programa computacional usado para o ajustamento, na época. O particionamento considerado no Ajustamento Altimétrico Global Preliminar (AAGP) trouxe a definição de uma rede principal, formada por 38 estações nodais interligadas por 56 linhas principais, juntamente com a estação 4X, ligada ao marégrafo de Imbituba (FORTES, 2011).

Figura 10 - Linhas externas e internas dos MMCC.



Fonte: Fortes, 2011.

A RN 4X foi estabelecida pelo IBGE em 1946, e acrescentada na rede de controle local do marégrafo até 1952, quando os relatórios de inspeção do *Inter American Geodetic Survey* (IAGS) informaram a sua destruição (LUZ *et al.*, 2007). Porém, depois esta Referência de Nível (RN) foi reconstruída e os nivelamentos do IAGS marcaram sua nova posição.

A data de referência de cálculo do AAGP no BDG é 01/12/1992, com um total aproximado de 43079 Referências de Nível (RRNN). A partir daí, só foram feitos ajustamentos isolados, ou seja, foram ajustadas linhas por linhas, advindas de medições posteriores ao AAGP ou nele não incluídas, além da incorporação das altitudes de RRNN provenientes de ramais, totalizando 11527 RRNN até 2004, o que justifica um novo ajustamento da Rede.

Até cerca de 1990, as coordenadas planimétricas das RRNN eram achadas através da extração de cartas topográficas nas escalas 1:50.000 e 1:100.000. Para isto, a posição de cada RN era obtida através do reconhecimento de locais (pontes, igrejas) ou lançamento com ajuda das distâncias percorridas desde o último ponto notável. Após 1990, as coordenadas das RRNN implantadas ou visitadas foram mais precisamente determinadas, devido ao uso de navegadores GPS (FORTES, 2011).

2.4 Rede de Referência Cartográfica Municipal (RRCM) de Lajeado / RS

No município de Lajeado foram instaladas dezoito RRNN pela empresa de aerofotogrametria e projetos S.A. BASE, contratada pela Prefeitura Municipal de Lajeado (PML), sendo que para instalação destas RRNN partiu-se da Estação Geodésica Planimétrica 91998 IBGE (PML, 2012), localizada no Parque do Imigrante, do bairro Alto do Parque, município de Lajeado (**Figuras 11 e 12**), (**Apêndice A**) (IBGE, 2002). Também foi utilizado como origem para implantação das RRNN municipais duas estações Altimétricas (RRNN) IBGE (PML, 2012), a estação RN 1908G, (**Apêndice B**), localizada a 10 m da margem esquerda; na esquina da Rua Tiradentes com a Av. Benjamin Constant, em uma casa de força

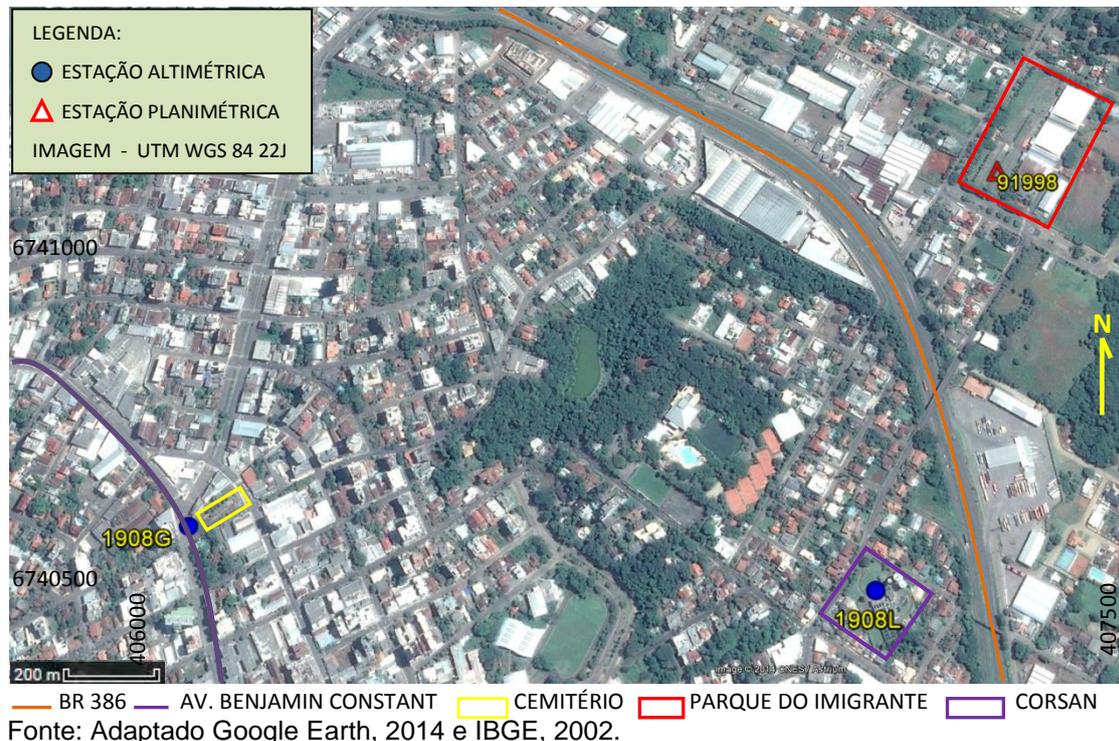
com fundos para o cemitério e 2,1 km aquém da Igreja Matriz desta cidade (**Figura 12**) (IBGE, 2002) e a Estação RN 1908L, (**Apêndice C**), localizada no pátio do laboratório de análise da CORSAN, a Rua 17 de Dezembro com a José Bonifácio, no Bairro Hidráulica, nesta cidade e 1,6 km além da Igreja Matriz (**Figura 12**) (IBGE, 2002).

Figura 11 - Estação Geodésica Planimétrica 91998 IBGE em Lajeado.



Fonte: IBGE, 2002

Figura 12 - Localização das Estações Geodésicas Planimétrica e Altimétrica IBGE em Lajeado.



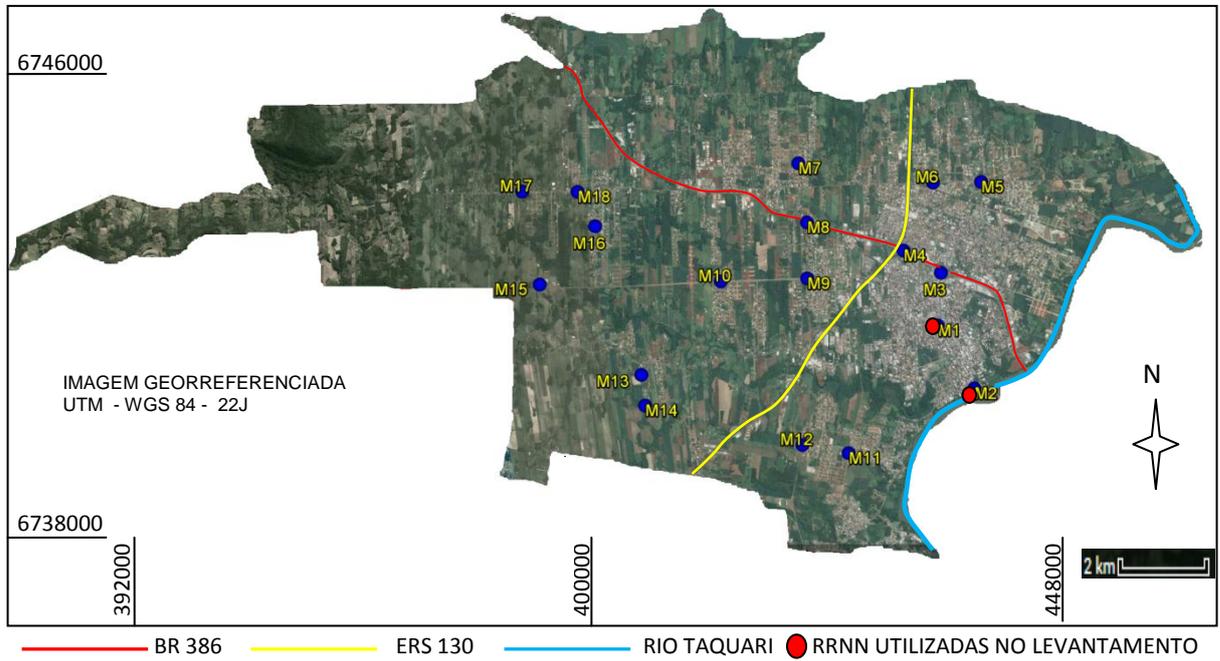
Fonte: Adaptado Google Earth, 2014 e IBGE, 2002.

Segundo a PML as estações de RRNN que foram implantadas (**Figura 13**) a partir das estações do IBGE acima descritas para amarrar e formar a rede geodésica municipal receberam a nomenclatura de M01 a M18, (**Apêndices D ao U**), sendo fixada em alguns locais direto na calçada e em outros em marco de concreto (**Figura 14**) uma chapa de alumínio com dados da empresa que a fixou, dados da PML, nomenclatura da estação e data, localizadas nos seguintes endereços:

- M01 - Avenida Benjamin Constant na calçada do posto Faleiro em frente à loja 1.259 e o DAER, RS, Bairro Centro;
- M02 - Rua Oswaldo Aranha de frente a Av. Benjamin Constant, próximo ao Rio Taquari, no canteiro central ao lado da ciclovia, Bairro Centro;
- M03 - Trevo de acesso a BR 386 pela Av. Alberto Pasqualini ao lado da Concessionária Motomecânica, Bairro Florestal;
- M04 - Localizado na BR 386, trevo de acesso para Arroio do Meio, sentido capital interior, próximo ao grande bloco de concreto, Bairro Florestal;
- M05 - Avenida Amazonas, entre a Rua Humaitá e a Av. Senador Alberto Pasqualini, localizada no canteiro central em frente à subestação Certel, Bairro Universitário;
- M06 - Av. Amazonas, em frente à Rua Campo Sales, canteiro central, próximo às residências nº 2688 e nº 2636, Bairro Universitário;
- M07 - Av. Romeu Júlio Scherer, em frente à vidraçaria Vidrosol, próximo a casa nº 435, esquina com a Rua São Martinho, Bairro Universitário;
- M08 - Rua Irmando R. Weisheimer, em frente à Rua Oswaldo Mathias Ely, próximo a BR 386 e próximo a Fábrica de alimentos Florestal, Bairro Montanha;
- M09 - Av. Benjamin Constant, próximo ao cruzamento com a Rua Oswaldo Mathias Ely, no canteiro central, Bairro Montanha;
- M10 - Av. Benjamin Constant próximo ao cruzamento com a Rua Wilma Gertrudes Lottermann e a Vidraçaria Moinhos D'Água nº 5531, Bairro Moinhos D'Água;

- M11 - Calçada da Rua João Fernando Schneider, a aproximadamente 3 metros da esquina com a Rua Arnold Uhry, em frente ao posto de combustível Posto Jardim do Cedro, próximo a casa nº 916, Bairro Jardim do Cedro;
- M12 - Calçada da Rua João Fernando Schneider, em frente à Rua Jandir Araujo ao lado da Fábrica de Vidros Wiker, próximo a Rodovia ERS-130, Bairro Jardim do Cedro;
- M13 - Rua Orlando Seiben, em frente à residência nº 201, ao lado da Rua Três de Maio, acesso pela Rodovia ERS-413, Bairro São Bento;
- M14 - Rua Orlando Seiben, próximo da residência nº 687, entre a Rua Tenente Portela e Rua Salvino Seltenreich, acesso pela Rodovia ERS-413, Bairro São Bento;
- M15 - O marco está implantado junto a balança e o jardim do Aterro Sanitário Municipal de Lajeado, Bairro São Bento;
- M16 - Rua José Franz, em frente à área verde da Prefeitura Municipal de Lajeado, próximo as Rua Carlos José da Silva e a Rua Frederico Luiz Kirsch, Bairro Bom Pastor;
- M17 - Calçada Av. Pedro Theobaldo Breindenbach, próximo a Rua Frederico Eggers em frente a Igreja Evangelica Luterana, Bairro Conventos;
- M18 – Av. Pedro Theobaldo Breindenbach, em frente à residência nº 2001 e ao lado da Igreja Pentecostal, Bairro Conventos.

Figura 13 - Localização das RRNN municipais de Lajeado.



Fonte: Adaptado Google Earth, 2014 e PML, 2012.

Figura 14 - Marco de concreto, demarcando a RN M02 da RRCM.



Fonte: PML, 2012.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

A área de estudo consiste na área urbana de Lajeado (**Figura 15**), que está localizada à margem direita do Rio Taquari e o Porto Fluvial da cidade de Estrela. A área física do estudo compreende 30 km², estando definida entre as coordenadas (UTM, datum SIRGAS 2000, Zona 22 Sul): 6737000 - 6742000 N e 403000 - 409000 E. A área central do local do estudo está limitada ao centro comercial e administrativo da cidade, por onde passam os arroios do Engenho e Saraquá e deságuam no rio Taquari. A densidade populacional é superior a 746 hab./ km² (ECKHARDT, 2008).

Figura 15 – Local de abrangência da área de estudo.

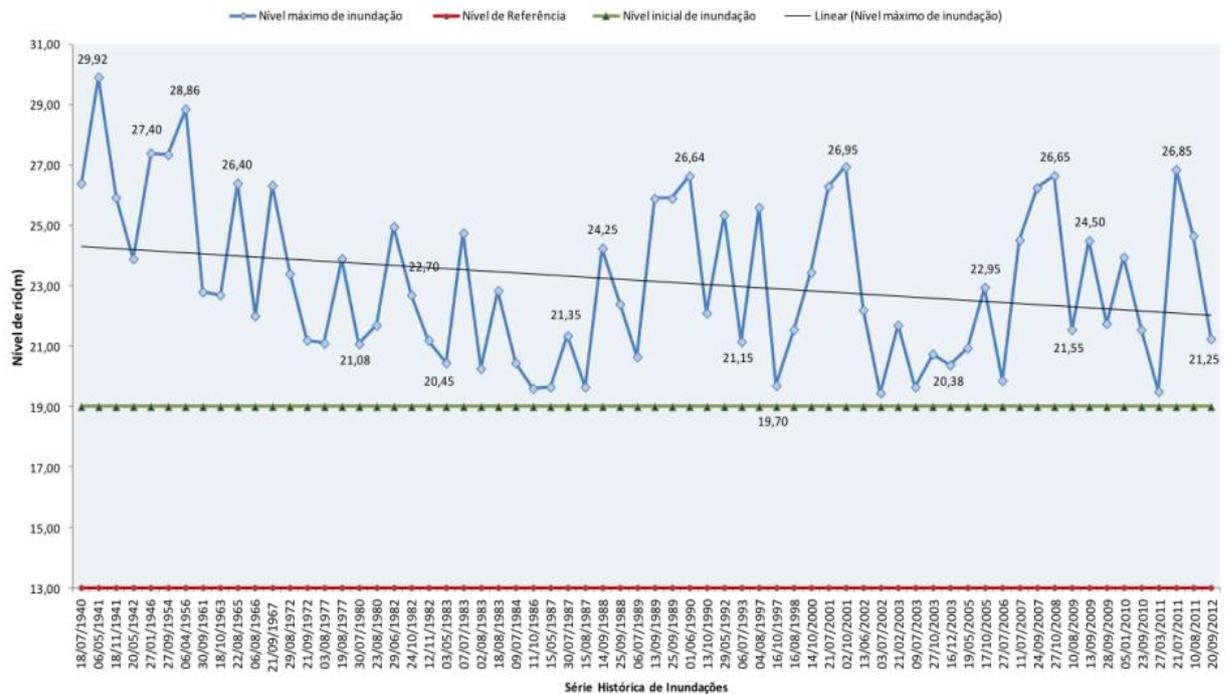


3.1.1 Série histórica de inundação

No município de Lajeado as inundações ocorrem com frequência, causando grandes prejuízos ao meio ambiente e ao meio antrópico. A **Figura 16** representa a série histórica das principais inundações ocorridas em 67 anos e seus níveis atingidos. Os dados foram preparados por José Luiz Fay de Azambuja, coordenador da AHSUL (Administração das Hidrovias do Sul) e pelo Centro de Informações Hidrometeorológicas da UNIVATES, com base em leituras efetuadas no Porto Fluvial de Estrela, pelo DENAEE, pela CODESP e a partir do ano 2003, por medidas realizadas no linígrafo de pressão automático, instalado no Porto Fluvial de Estrela (ECKHARDT, 2008).

Os níveis máximos das inundações estão relacionados à cota topográfica de 13 m, sendo esta utilizada como referência de nível (RN) oficial para o Rio Taquari, em sua condição média, no município de Lajeado (AHSUL, 2007).

Figura 16 - Histórico de inundações em Lajeado.



Fonte: Kurek, 2012.

Conforme se observa na **Figura 16**, para a altitude de 19 m ainda não ocorreu o transbordamento do rio, porém após a altitude de 19 m, percebe-se que ocorre o extravasamento da água do rio em áreas urbanizadas. O maior evento de inundação que ocorreu no município foi em 06 de maio de 1941, quando o Rio Taquari atingiu de 29,92 m (ECKHARDT, 2008).

3.2 Materiais e Equipamentos

Neste item são exibidos os materiais e equipamentos aplicados como fontes primárias de dados para gerar as informações necessárias para o trabalho. Da mesma forma são descritos os *softwares* utilizados.

3.2.1 Dados das RRNN municipal

Foi concedido pela Prefeitura Municipal de Lajeado a monografia dos vértices das RRNN municipal em formato digital, elaborado pela empresa de aerofotogrametria e projetos S. A. BASE, que utilizou como base de amarração as RRNN e o Marco Planimétrico do IBGE.

3.2.2 Estação Total TS 02 Leica

A TS02-5" Leica *Wild*, linha *flexline Power* consiste de uma estação total manual utilizada para levantamentos topográficos em geral. Esta ferramenta é utilizada como instrumento de medida. A TS 02 Leica quando utilizada concomitantemente com *software* Posição é possível gerar curvas de nível (isolinhas) por pontos cotados (tridimensionais – X, Y e Z).

Abaixo são apresentadas as especificações técnicas do Leica *Flexline* TS02-5" *Power*.

- Memória interna / comunicação de 13.500 medições ou 24.000 pontos fixos divididos em ilimitadas obras, *Interface* RS232/USB para Transferência, Formato de dados GSI / DXF / Land XML / ASC II Definido pelo Usuário Precisão angular, 5", leitura 1";
- *Display* Gráfico, 160 x 280 *pixels*, iluminado com 5 níveis de intensidade / Sistema Operacional *Windows* CE 5.0 *Core* / *Menu* totalmente em português;
- Medidor Eletrônico de Distância (EDM) com Alcance de 3500m com 1 Prisma circular / Precisão de 1,5mm + 2ppm;
- Medição de Distâncias com Raio *Laser* Visível Sem prisma para até 400m e com 1 prisma 7.500m, Ponto *laser* em 50m - 8mmx20mm. Precisão de 2mm + 2ppm para medição sem prisma;

- Programas Internos de Locação 2D, 3D e *Offsets* / Topografia / Estação Livre / Área 3D (Volume) / Linha entre Pontos / Construção / Linha de Referência / Elevação Remota / Transporte de cota / Ponto Oculto / *Offset* Programas Opcionais – Arco de referência / Plano de referência / COGO / Vias 2D;
- Compensação centralizada nos 4 eixos, passível de ser ligado ou desligado;
- Ampliação da Luneta / Retículo de 30 x Giro completo Retículo Iluminado, 5 níveis de intensidade;
- Prumo *laser* na alidade, girado com o Instrumento. Precisão com o instrumento à altura de 1,5m de +/- 1,5mm. Intensidade Regulável em 5 níveis;
- Bateria GEB211 2*Lithium-Ion* / Tempo de operação de Aprox. 10 horas (Medida individual a cada 30 segundos a 25°C. A duração pode ser menor para baterias velhas.)
- *Software* Leica *Flex Field*;
- Prisma Circular Leica, acoplado a um bastão simples;
- Tripé de Alumínio.

3.2.3 Softwares Utilizados

Para elaboração deste levantamento foram utilizados os seguintes *softwares*:

- Posição – Passar os dados da Estação Total para o Computador, processamento e cálculos dos dados levantados pela Estação Total e passar os dados para o *AutoCad*;
- *AutoCAD* 3D 2007 - Desenho, Georeferenciamento e conferência dos pontos;
- *AutoCAD MAP* 3D 2012 – Exportação dos dados para o *Software TrackMaker*;

- *TrackMaker* – Organização dos dados e exportação para o *Google Earth*;
- *Google Earth 2014* – Imagem de satélite.

3.3 Procedimentos Metodológicos

A metodologia consistiu em duas etapas, a primeira fase baseou-se na coleta dos pontos em campo com a Estação Total, a segunda fase consistiu em processar os dados nos *softwares* para obter as informações levantadas em campo e comparar com o referencial de nível utilizado na régua linimétrica do Porto Fluvial de Estrela e com a série histórica de inundações registrada pelo referido porto para os municípios de Lajeado e Estrela.

3.3.1 Coleta dos Pontos com a Estação Total

A coleta dos dados a campo com a Estação Total foi realizada em dois dias distintos, a primeira no dia 30 de agosto de 2014 e a segunda no dia 06 de setembro de 2014.

No primeiro dia foi fixada a Estação Total Leica TS02 em cima do Referencial de Nível Municipal (RNM02), localizado na Rua Oswaldo Aranha no meio do canteiro central de frente a Avenida Benjamin Constant, após ajustada a Estação Total com a altitude ortométrica $H = h - N$, onde (H é a altitude ortométrica, N é a ondulação Geoidal e h é a altitude elipsoidal), que para a RNM02 é dada por 26,1034 metros em relação ao nível do mar.

Na sequência foram realizadas visadas da Estação Total para o prisma bastão simples que estava posicionado no porto de Estrela / RS. As primeiras visadas foram para a parte superior da régua linimétrica, em cima da plataforma (cais) do porto e outra visada mais abaixo da referida régua, no nível da lâmina da água. Também foi anotada em uma caderneta o nível da água do rio em que a régua

linimétrica estava marcando naquele momento. Também foram realizadas visadas para o local em que está localizado o sensor eletrônico do nível da água do Rio Taquari da Univates, sendo coletado somente um ponto em cima do cais do porto com visada para o prisma. Neste ponto também foi anotado o horário da marcação da visada para posterior verificação do nível do rio registrado pelo sensor de nível. No mesmo momento foi medida com uma fita trena métrica a distância entre a lâmina da água e o ponto coletado em cima da plataforma do porto. Por último ainda foi realizada uma visada para o marco geodésico da AHSUL, localizada no cais do Porto, sob as coordenadas UTM SIRGAS 2000 (Y): 6739150 Norte e (X): 406669 Este, com distância de 336,25 metros do ponto visado.

No seguimento, foi realizado o caminhamento trocando a estação de lugar até chegar ao Genes *Workshop*, onde foi coletado um ponto na garagem na marca onde chegou a inundação em 10 de agosto de 2011, seguindo o caminhamento até o posto de gasolina Faleiro, onde localiza-se o Referencial de Nível Municipal (RNM01), onde a altitude ortométrica é dada por 46,0279 metros, Neste levantamento houve 6 estações trocadas e percorreu-se um total de 1.555,05 metros.

No segundo dia de campo partiu-se da RNM02, até chegar a Associação Rural de Lajeado, onde foram visados os pontos das marcas atingidas por várias inundações da série histórica. Seguindo o caminhamento até o Colégio Evangélico Alberto Torres (CEAT), ponto de chegada, onde também foram visadas as marcações físicas de vários níveis de inundações da série histórica.

Figura 17 – Estação Fixada no porto de Estrela / RS.



Fonte: Autor, 2014.

3.3.2 Processamento dos Dados Obtidos

Após o levantamento dos dados em campo com a Estação Total, os pontos obtidos foram transferidos para o *Software* Posição, onde o módulo de cálculo do programa fez o processamento dos dados (**Figura 18**), depois, utilizando o *AutoCad* 3D 2007, foi possível importar os pontos processados pelo Posição que também roda dentro do *AutoCad*, utilizando o modo desenho do *CAD* foi possível configurar, desenhar e reescrever os pontos, assim como fazer a representação cartográfica.

Figura 18 – Software Posição processando os dados.

| UTILITÁRIOS | SERVIÇO | CALC. POLIGONAL | CROQUI | GEODÉSIA/GPS |
|---------------|-----------|------------------|------------|--------------|
| COMUNICAÇÃO | CADERNETA | CALC IRRADIAÇÕES | RELATÓRIOS | NIVELAMENTO |
| CONFIGURAÇÕES | PARTIDAS | COORDENADAS | DEFORMAÇÃO | SOBRE |

FECHAMENTO DA POLIGONAL

Tipo da Poligonal: **Aberta** Cálculo: **Topográfico**

Distrib. Perímetro: **316.8143** Vértices: **3** Área: **Aberta** Azimute Erro: *****

Erro Angular: ***** Tolerância: ***** Erro Linear: *****

Precisão Linear: ***** Tolerância: ***** Erro em N: *****

Erro Altimétrico: ***** Tolerância: ***** Erro em E: *****

M.D.E.Angular: Sem distribuição
Ajustamento: Sem ajustamento

ANÁLISE DO CÁLCULO

Poligonal Irradiações

DADOS DAS VISADAS DE VANTE Visualizar Todos

| Reg | T | V | H | L | Ponto | Descrição | Ang.Hor.Dir | Ang.Vt.Dir | Alt. Prisma | Dist. Inclín. | Dist.Reduz. | Desnível |
|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----------|-------------|------------|-------------|---------------|-------------|----------|
| 1 | INC | INC | INC | INC | RE | | 9°19'12" | 85°33'49" | 2.000 | 6.514 | 6.494 | 0.154 |
| 2 | INC | INC | INC | INC | RMM1 | | 187°58'29" | 86°03'15" | 2.000 | 7.968 | 7.949 | 0.198 |
| 3 | INC | INC | INC | INC | R23 | | 310°14'02" | 90°34'14" | 2.000 | 315.742 | 315.726 | -3.494 |
| 4 | INC | INC | INC | INC | R24 | | 310°14'00" | 90°34'10" | 2.000 | 315.723 | 315.707 | -3.488 |
| 5 | INC | INC | INC | INC | R25 | | 312°54'27" | 89°56'38" | 2.000 | 330.270 | 330.270 | -0.027 |
| 6 | INC | INC | INC | INC | R26 | | 312°54'30" | 89°56'44" | 2.000 | 330.272 | 330.272 | -0.036 |
| 7 | INC | INC | INC | INC | R1 | | 305°26'17" | 91°45'51" | 2.000 | 297.713 | 297.572 | -9.515 |
| 8 | INC | INC | INC | INC | R2 | | 305°26'14" | 91°45'51" | 2.000 | 297.715 | 297.574 | -9.515 |
| 9 | INC | INC | INC | INC | R3 | | 287°23'59" | 91°37'38" | 2.000 | 321.115 | 320.986 | -9.469 |
| 10 | INC | INC | INC | INC | R4 | | 287°24'10" | 91°37'44" | 2.500 | 321.135 | 321.005 | -9.978 |
| 11 | INC | INC | INC | INC | R5 | | 287°24'44" | 91°32'38" | 2.500 | 321.159 | 321.042 | -9.503 |
| 12 | INC | INC | INC | INC | E2 | ESTACAO | 308°49'45" | 91°42'52" | 2.000 | 302.638 | 302.503 | -9.404 |
| 13 | INC | INC | INC | INC | R6 | | 287°24'54" | 92°19'52" | 2.000 | 320.857 | 320.591 | -13.401 |

Empresa: **CADASTRE O NOME DE SUA EMPRESA**

Licença: AAAAAAAA

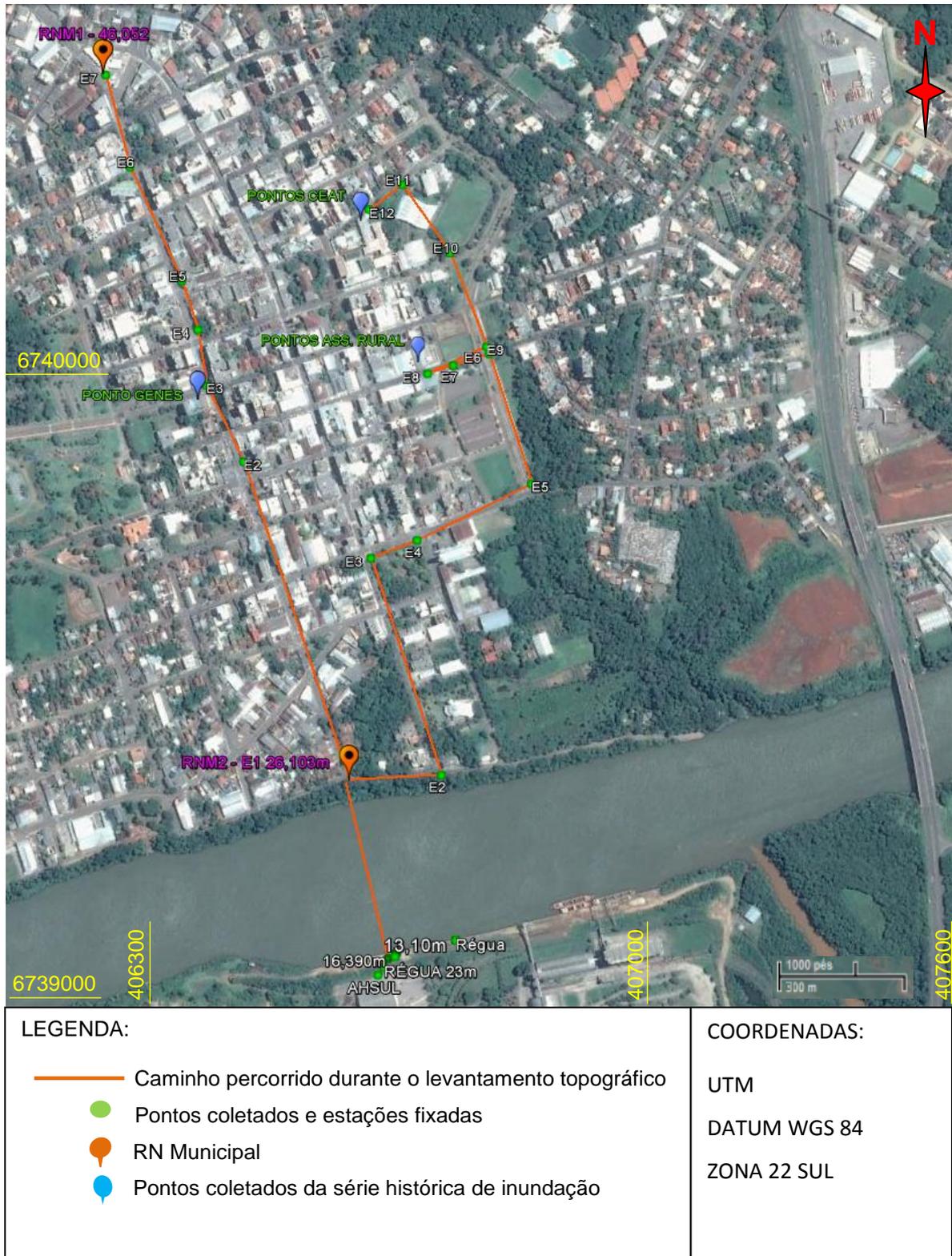
Configuração: **TOPOGRÁFICO**

SAIR

Fonte: Autor, 2014.

Depois dos pontos serem ajustados no *AutoCad Civil 3D*, foi salvo em DWG e aberto no *AutoCad Map 3D* e exportado em arquivo *shapefile*, para posteriormente abrir no *software GPS TrackMaker* e utilizando este programa abrir o caminhamento e os pontos no *Google Earth* (Figura 19).

Figura 19 – Pontos e caminhamento projetados no *Google Earth*.



Fonte: Adaptado Google Earth, 2014 e autor, 2014.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e análises apresentados na sequência são baseados nos levantamentos topográficos realizados *in loco*. Houve comparação das medidas de campo vinculadas com a RNM02, com o Referencial de Nível do Porto de Estrela, as marcações físicas dos níveis no Genes *Workshop*, Associação Rural de Lajeado (ARLA), Colégio Evangélico Alberto Torres (CEAT) e com a Série Histórica das Inundações. Abaixo nas **tabelas 01, 02 e 03** podem ser verificados os dados obtidos em campo nos dias 30 de agosto de 2014 e dia 06 de setembro de 2014, após serem processados pelos *softwares*. As temperaturas nos dois dias variaram de 16,5 a 35°C.

Tabela 01 – Avaliação do nível de referência das réguas linimétricas e do sensor de nível do Porto de Estrela.

| Pontos Visados da RNM02 | Altitude de Referência (m) | Altitude Ortométrica (m) | Diferença (cm) |
|--|----------------------------|--------------------------|----------------|
| RNM02 | - | 26,103 | 00,00 |
| Medida levantada com a Estação Total na régua em cima da plataforma do Porto de Estrela | 17,000 | 16,402 | 59,80 |
| Leitura do nível da água em que a régua marcava no momento do levantamento | 13,100 | - | - |
| Nível da água medido com a Estação Total na régua | 13,100 | 12,401 | 69,90 |
| Medida levantada com a Estação Total no Medidor eletrônico do nível da água da Univates em cima da plataforma no Porto de Estrela / RS | 17,000 | 16,390 | 61,00 |
| Leitura do nível da água medida no sensor eletrônico da Univates no dia do levantamento | 13,190 | 12,490 | 70,00 |
| Medida levantada com a Estação total no Marco Geodésico AHSUL | 25,805 | 25,869 | 06,40 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A altitude ortométrica está ajustada com a RNM02 que apresenta 26,103 metros. Observou-se que na régua linimétrica localizada no Porto de Estrela em cima do cais a cota obtida foi de 16,402 m e no mesmo ponto, porém no nível da água a cota foi de 12,401 m, perfazendo uma diferença de 4,001 m.

A leitura do nível da água na régua linimétrica do Porto de Estrela no instante do levantamento foi de 13,100 m. Ao subtrair 12,401 metros do nível de 13,100 metros, observa-se uma diferença de 0,699 m, ou seja, 70 cm de forma arredondada. Esta diferença pode ser explicada pela falta de algum documento oficial de como foram instaladas as réguas linimétricas no Porto de Estrela. Também se percebe uma diferença de 0,598 m entre o levantamento na plataforma do porto e a altitude coletada no local (**Figura 20**).

Figura 20 – Cota demarcada no Porto de Estrela / RS.



Fonte: autor, 2014.

A cota obtida no cais do Porto de Estrela, onde localiza-se o sensor de nível automático da Univates foi de 16,390 metros. No mesmo momento o sensor marcava a referência do nível do rio em 13,19 metros, entretanto uma medida retirada com a fita trena entre o cais e o nível da água marcou 3,90 metros, assim subtraindo 3,90 metros de 16,390 metros, restam 12,49 metros, onde representa uma diferença de 70 cm entre a altitude ortométrica corrigida e a leitura do sensor.

O levantamento foi amarrado na RN da AHSUL (**Figura 21**), implantada com GPS da marca *Topcon Hiper L/2*, onde a altitude ortométrica foi definida utilizando o modelo geoidal. O relatório de referida RN indica que o marco apresenta altitude ortométrica de 25,8055 m, (definida a partir da utilização do modelo geoidal do *Mapgeo*), cujos dados encontram-se em anexo **Apêndice V**. Segundo o levantamento realizado no presente estudo, a altitude ortométrica desta RN, amarrada com a RNM02, é de 25,869 m, uma diferença de 0,0635 m, classificando como erro médio admitido de quarta ordem no nivelamento, onde é admitido um erro médio de 10 cm/km. Este erro pode estar relacionado à modalidade diferente da implantação da RN e em função do modelo geoidal utilizado.

Este levantamento parte de uma precisão de no mínimo 1,55 mm + 2 ppm que é limitada pelo aparelho utilizado, entretanto devido a fatores difíceis de controlar, tais como a refração e o tipo de bastão para o prisma utilizado, a precisão nominal indicada no manual do fabricante pode não ser atingida a campo, mesmo assim a precisão é muito boa.

Com base nestes dados as réguas linimétricas do Porto de Estrela deveriam ser erguidas em 70 cm para que as medidas fossem ajustadas com as RRNN de Lajeado e com a base cadastral digital do município, assim como o sensor de nível automático e o nível das inundações históricas.

Figura 21 – RN da AHSUL no Porto de Estrela / RS.



Fonte: autor, 2014.

Tabela 02 – Aferição dos níveis topográficos das marcas históricas no Genes Workshop, Associação Rural de Lajeado (ARLA) e Colégio Evangélico Alberto Torres (CEAT)

| Pontos Visados da RNM02 | Nível de Referência (m) | ***Nível das Inundações (m) | Altitude Ortométrica (m) | Altitude Ajustada + 0,70 (m) | ****Variação (cm) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------|
| Ponto visado no Genes | | | | | |
| 10.08.2011 | 13,000 | 24,66 | 24,330 | 25,030 | 37,00 |
| RNM01 | 46,052 | - | 46,027 | | 0,025 |
| Pontos visados na ARLA | | | | | |
| 22.08.1965 | 13,000 | 25,90 | 24,745 | 25,445 | -45,50 |
| 14.09.1988 | 13,000 | 24,25 | 23,463 | 24,163 | -08,70 |
| 10.09.1989 | 13,000 | 25,20 | 24,075 | 24,775 | -42,50 |
| 21.07.2001 | 13,000 | 26,30 | 25,474 | 26,174 | -12,60 |
| 02.10.2001 | 13,000 | 26,95 | 26,230 | 26,930 | -02,00 |
| 27.10.2008 | 13,000 | 26,65 | 25,877 | 26,577 | -07,30 |
| 13.09.2009 | 13,000 | 24,50 | 23,765 | 24,465 | -03,50 |
| 05.01.2010 | 13,000 | 23,95 | 23,151 | 23,851 | -09,90 |
| Pontos visados no CEAT | | | | | |
| 1912 | *- | **- | 27,348 | 28,048 | - |
| 1919 | *- | **- | 26,541 | 27,241 | - |
| 1923 | *- | **- | 26,776 | 27,476 | - |
| 1923 | *- | **- | 27,076 | 27,776 | - |
| 06.04.1956 | 13,000 | 28,86 | 27,209 | 27,909 | -95,00 |
| 23.08.1980 | 13,000 | 21,70 | 21,398 | 22,098 | 39,80 |
| 25.09.1989 | 13,000 | 25,90 | 24,741 | 25,441 | -45,90 |
| 01.06.1990 | 13,000 | 26,64 | 26,075 | 26,775 | 13,50 |
| 05.08.1997 | 13,000 | 25,60 | 25,084 | 25,784 | 18,40 |
| 27.10.2008 | 13,000 | 26,65 | 26,159 | 26,859 | 20,90 |

*Sem dados.

**Sem dados históricos.

*** Nível da série histórica de inundação medida no Porto de Estrela, utilizando 13 m como referencial de nível.

**** Altitude ajustada menos o nível das inundações.

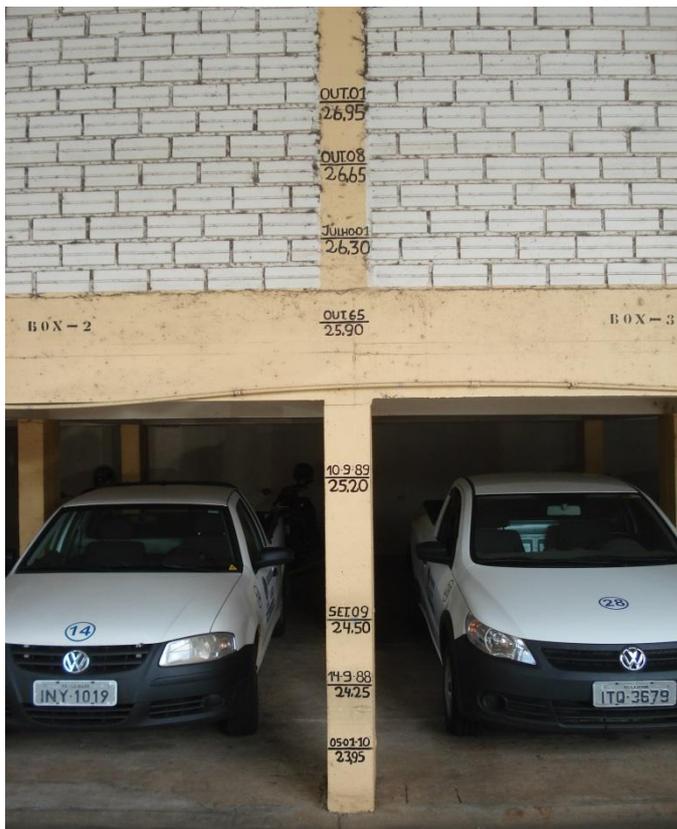
Fonte: Elaborado pelo autor.

Partindo da RNM02 percorreu-se 1.256,14 m até a RNM01, localizada na calçada do Posto de Combustíveis Faleiro em frente ao DAER-RS. Na trajetória foi aferida a altitude ortométrica da marca do nível da água máximo da inundação de 10 de agosto de 2011 na parede no estacionamento do Genes Workshop, onde marcou a cota 24,330 m. O ajustamento do caminhamento entre a RNM02 e a RNM01 ficou em 2,50 cm, erro de terceira ordem na precisão do nivelamento. Esta diferença explica-se devido a algumas visadas terem sido realizadas muito próximo ao solo,

onde a refração é mais alta devido ao forte calor do dia. Entretanto a precisão entre as duas RRNN ficou dentro do estabelecido pela NBR 13.133 que determina critérios para execução de levantamentos topográficos **Apêndices ZA e ZB**.

Outro caminhamento foi realizado entre RNM02, a ARLA e o CEAT. Entre a RNM02 e a ARLA foi percorrida uma distância de 1.163,39 m até o portão da garagem da Associação Rural. Após foi realizada a leitura das marcas dos níveis de inundação histórica sem o prisma em uma distância média de 26,01 m, onde foram coletados 8 (oito) pontos descritos na **Tabela 02** e conforme ilustra a **Figura 22**.

Figura 22 – Marcações das inundações na garagem da ARLA.



Fonte: autor, 2014.

Na sequência do caminhamento foram aferidas 10 marcações do nível das inundações no Colégio Evangélico Alberto Torres (CEAT), conforme a **Tabela 02**.

Após análise dos resultados do levantamento realizado dos níveis de inundações máximas, localizado no Genes, ARLA e CEAT, verifica-se uma variação entre o histórico das inundações ali marcadas com a altitude ortométrica medida, tendo como base a RNM02, inerente ao desnível que ocorre do leito do rio para a bacia de inundação, este desnível é tanto positivo como negativo.

De acordo como demonstrado na **Tabela 02**, a variação entre o histórico de inundações máximas e a altitude ortométrica levantada a campo se aproxima muito da diferença levantada entre as RRNN municipais e a régua linimétrica do Porto de Estrela, exceto alguns pontos em que esta diferença aumenta um pouco.

Nota-se que ocorre um desnível entre o Genes, ARLA e CEAT, quando acrescentado 70 cm na ARLA fica abaixo do histórico medido no porto. Isto ocorre porque no leito do rio o fluxo é maior e conseqüentemente a cota também, entretanto conforme a água vai se espalhando pela cidade vai se formando um plano inclinado, ou seja, uma pequena declividade na lâmina da água, assim explica-se a diferença no porto ser maior em relação à ARLA, porém no Genes e no CEAT na maioria dos pontos quando acrescentado 70 cm os valores de inundações ultrapassam os níveis máximos do histórico de inundação medido no porto. Este fato explica-se devido à hidrodinâmica fluvial não ser homogênea, ocorrendo interferência de outros fatores, tais como o Arroio do Engenho que passa ao lado do CEAT que pode influenciar na contribuição de água em épocas de inundações.

Na **Tabela 03** observa-se a série histórica de inundação para os municípios de Lajeado e de Estrela, comparando com os dados obtidos neste trabalho.

Tabela 03 – Avaliação das séries históricas de inundação no Porto de Estrela com os resultados obtidos.

| Data da Inundação | *Nível da Inundação (m) | Nível da Inundação Ajustado - 70 cm (m) |
|--------------------------|--------------------------------|--|
| 18/07/1940 | 26,40 | 25,70 |
| 06/05/1941 | 29,92 | 29,22 |
| 18/11/1941 | 25,93 | 25,23 |
| 20/05/1942 | 23,90 | 23,20 |
| 27/01/1946 | 27,40 | 26,70 |
| 27/09/1954 | 27,35 | 26,65 |
| 06/04/1956 | 28,86 | 28,16 |
| 30/09/1961 | 22,80 | 22,10 |
| 18/10/1963 | 22,70 | 22,00 |
| 22/08/1965 | 26,40 | 25,70 |
| 06/08/1966 | 22,00 | 21,30 |
| 21/09/1967 | 26,33 | 25,63 |
| 29/08/1972 | 23,40 | 22,70 |
| 21/09/1972 | 21,20 | 20,50 |
| 03/08/1977 | 21,10 | 20,40 |
| 19/08/1977 | 23,90 | 23,20 |
| 30/07/1980 | 21,08 | 20,38 |
| 23/08/1980 | 21,70 | 21,00 |
| 29/06/1982 | 24,96 | 24,26 |
| 24/10/1982 | 22,70 | 22,00 |
| 12/11/1982 | 21,20 | 20,50 |
| 03/05/1983 | 20,45 | 19,75 |
| 07/07/1983 | 24,75 | 24,05 |
| 02/08/1983 | 20,26 | 19,56 |
| 18/08/1983 | 22,84 | 22,14 |
| 09/07/1984 | 20,45 | 19,75 |
| 22/08/1965 | 26,40 | 25,70 |
| 06/08/1966 | 22,00 | 21,30 |

Continua

* Série Histórica de Inundação

Tabela 03 – Avaliação das séries históricas de inundação no Porto de Estrela com os resultados obtidos.

| Data da Inundação | *Nível da Inundação (m) | Nível da Inundação Ajustado - 70 cm (m) |
|--------------------------|--------------------------------|--|
| 21/09/1967 | 26,33 | 25,63 |
| 29/08/1972 | 23,40 | 22,70 |
| 21/09/1972 | 21,20 | 20,50 |
| 03/08/1977 | 21,10 | 20,40 |
| 19/08/1977 | 23,90 | 23,20 |
| 30/07/1980 | 21,08 | 20,38 |
| 23/08/1980 | 21,70 | 21,00 |
| 29/06/1982 | 24,96 | 24,26 |
| 24/10/1982 | 22,70 | 22,00 |
| 12/11/1982 | 21,20 | 20,50 |
| 03/05/1983 | 20,45 | 19,75 |
| 07/07/1983 | 24,75 | 24,05 |
| 02/08/1983 | 20,26 | 19,56 |
| 18/08/1983 | 22,84 | 22,14 |
| 09/07/1984 | 20,45 | 19,75 |
| 11/10/1986 | 19,60 | 18,90 |
| 15/05/1987 | 19,65 | 18,95 |
| 30/07/1987 | 21,35 | 20,65 |
| 15/08/1987 | 19,65 | 18,95 |
| 14/09/1988 | 24,25 | 23,55 |
| 25/09/1988 | 22,40 | 21,70 |
| 06/07/1989 | 20,65 | 19,95 |
| 13/09/1989 | 25,90 | 25,20 |
| 25/09/1989 | 25,90 | 25,20 |
| 01/06/1990 | 26,64 | 25,94 |
| 13/10/1990 | 22,10 | 21,40 |
| 29/05/1992 | 25,35 | 24,65 |
| 06/07/1993 | 21,15 | 20,45 |
| 16/08/1998 | 21,55 | 20,85 |

Continuação

* Série Histórica de Inundação

Tabela 03 – Avaliação das séries históricas de inundação no Porto de Estrela com os resultados obtidos.

| Data da Inundação | *Nível da Inundação (m) | Nível da Inundação Ajustado - 70 cm (m) |
|-------------------|-------------------------|---|
| 14/10/2000 | 23,45 | 22,75 |
| 21/07/2001 | 26,30 | 25,60 |
| 02/10/2001 | 26,95 | 26,25 |
| 13/06/2002 | 22,20 | 21,50 |
| 03/07/2002 | 19,45 | 18,75 |
| 21/02/2003 | 21,70 | 21,00 |
| 09/07/2003 | 19,65 | 18,95 |
| 27/10/2003 | 20,74 | 20,04 |
| 16/12/2003 | 20,38 | 19,68 |
| 19/05/2005 | 20,94 | 20,24 |
| 17/10/2005 | 22,95 | 22,25 |
| 27/07/2006 | 19,86 | 19,16 |
| 11/07/2007 | 24,52 | 23,82 |
| 24/09/2007 | 26,25 | 25,55 |
| 27/10/2008 | 26,65 | 25,95 |
| 10/08/2009 | 21,55 | 20,85 |
| 13/09/2009 | 24,50 | 23,80 |
| 28/09/2009 | 21,75 | 21,05 |
| 05/01/2010 | 23,95 | 23,25 |
| 23/09/2010 | 21,55 | 20,85 |
| 27/03/2011 | 19,50 | 18,80 |
| 21/07/2011 | 26,85 | 26,15 |
| 10/08/2011 | 24,66 | 23,96 |
| 03/07/2002 | 19,45 | 18,75 |
| 20/09/2012 | 21,25 | 20,55 |

Conclusão

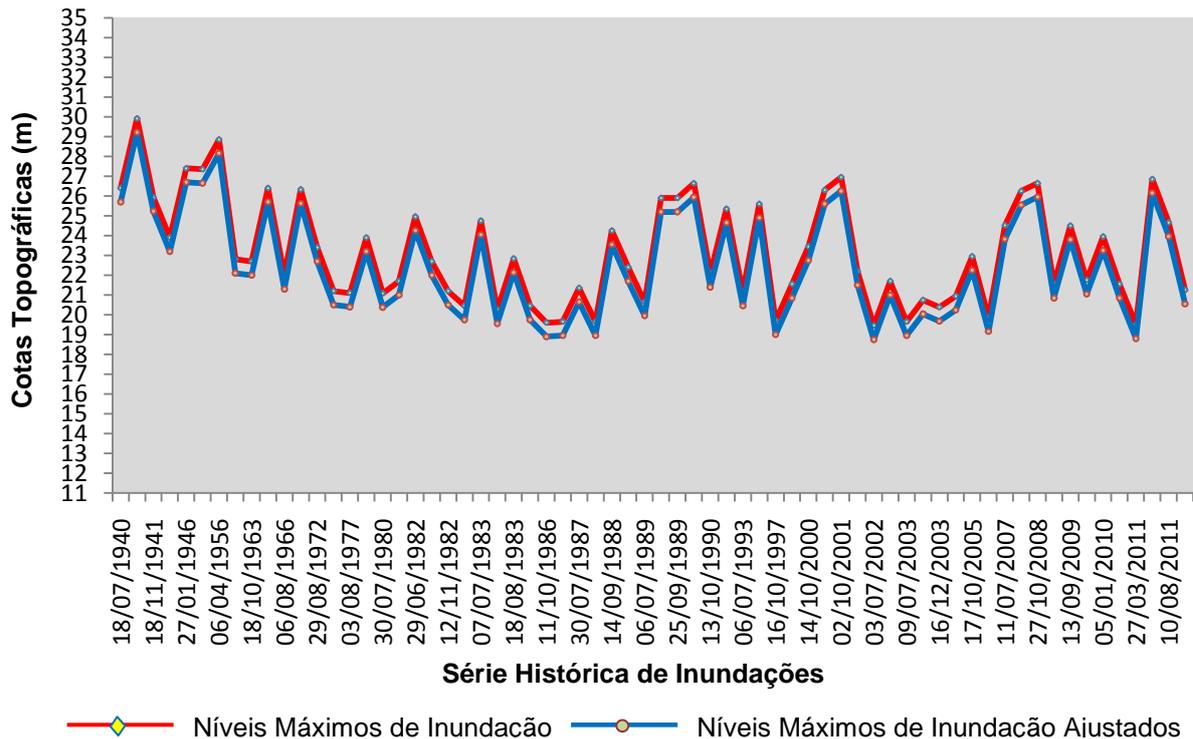
* Série Histórica de Inundação

Fonte: Autor, 2014.

Conforme demonstrado na **Tabela 03**, verificou-se uma nova cota para a série histórica de inundação em Lajeado / RS, pois com a diferença de 70 cm a menos no

Referencial do Nível do Rio Taquari em sua condição média passa de 13 m para 12,30 m, evidenciado na **Figura 23**.

Figura 23 – Série histórica de inundação com o referencial de 13 m e a série de histórica de inundação ajustada com a referência de 12,30 m.



Fonte: autor, 2014.

Conforme se observa na **Figura 23**, a partir da cota topográfica de 19 m, onde começavam a serem registradas inundações, na realidade, caso houvesse o ajustamento das réguas linimétricas do Porto de Estrela e do sensor altimétrico de nível, o nível de extravasamento passaria a partir da cota topográfica 18 metros. O maior evento de inundação que ocorreu no município foi em 06 de maio de 1941, quando o Rio Taquari atingiu a cota topográfica de 29,92 m, após o ajuste baixou para 29,22m, sendo assim essa cota deveria ser a cota de inundação para ocupação do solo em Lajeado.

5 CONCLUSÃO

A partir da análise geral dos resultados, conclui-se que o nível de referência da régua linimétrica do Porto de Estrela não está ajustada com o nível do mar, ou seja, o Nível de Referência do Rio Taquari no Porto de Estrela não está na altitude ortométrica de 13 m atribuída desde a construção do Porto. O presente estudo indica que a altitude ortométrica está abaixo do referencial utilizado, pois foi possível verificar que em relação às RRNN municipais que estão referenciadas com o nível do mar há uma diferença de 70 cm a menos, passando o RN do Taquari para 12,30 m. Para o sensor eletrônico da Univates localizado no porto próximo à régua linimétrica ocorre o mesmo resultado: uma diferença de 70 cm a menos.

Foram verificadas diferenças entre as marcações do nível de inundação nos prédios do Genes, ARLA e do CEAT em relação à altitude ortométrica medida. Na Associação Rural de Lajeado se percebe um desnível do rio em relação aos eventos registrados neste local, isto se explica devido à lâmina da água não ser homogênea em toda bacia de inundação, devido ao leito do rio o fluxo ser maior e conseqüentemente a cota também, assim conforme a água vai se dissipando pela cidade vai se formando um plano inclinado, ou seja, uma pequena declividade que este trabalho comprova pelas diferenças levantadas no prédio da ARLA. Para o

Genes Workshop e o Colégio Evangélico Alberto Torres a maioria dos dados foram superiores à série histórica de inundação medida no porto. Este fato está associado à lâmina da água não ser homogênea em todos os pontos da bacia de inundação, pois há pontos como no CEAT que passa por perto o Arroio do Engenho que acaba contribuindo despejando água em épocas de inundações.

A série histórica de inundações do município de Lajeado baseada nas leituras da régua linimétrica do Porto de Estrela também foi ajustada com 70 cm a menos, onde foi possível verificar uma diminuição em todas as leituras lidas desde 1940, onde o rio começava a extravasar acima da cota 19 metros, após ajustada se percebe que ele começa a extravasar acima da cota 18 metros.

O método utilizado para realização deste estudo de ajustamento das RRNN municipais de Lajeado com a régua linimétrica do porto de Estrela mostrou-se eficiente e foi possível comprovar uma diferença de ajustamento do Referencial de Nível do rio, entretanto para o levantamento topográfico, ocorreram erros maiores do que o esperado, devido à refração e o tipo de bastão utilizado para o prisma, ocorrendo erros de nivelamento em função do perímetro de terceira ordem.

Este estudo pretende contribuir com a integração dos referenciais de nível oficiais, das bases cartográficas municipais e dos planos diretores municipais com a série histórica das inundações aferidas nas réguas linimétricas do Porto de Estrela e a Rede de Monitoramento do Sistema de Prevenção de Enchentes do Vale do Taquari, além de auxiliar para o planejamento da ocupação de áreas localizadas próximas ao rio, onde está sujeita à inundações. A partir das informações geradas e disponibilizadas as Prefeituras de Lajeado e Estrela poderão auxiliar a redefinir as cotas topográficas permissíveis à ocupação destas áreas inundáveis, assim como reavaliar a manutenção de infraestrutura localizada em lugares com grandes ocorrências de inundações.

Todos os resultados e conclusões apresentados neste estudo poderão ser utilizados, tanto para o município de Lajeado quanto para Estrela, pois estes dois

municípios apresentam nível de referência e de inundação correspondente medido na régua linimétrica do porto de Estrela.

Recomenda-se em relação a trabalhos futuros uma avaliação dos pontos máximos de inundações registrados nos prédios de Estrela em relação à altitude ortométrica, para verificação da hidrodinâmica da inundação de Estrela e comparar com a de Lajeado, assim verificando o comportamento da lâmina da água em relação ao leito do rio nos dois municípios.

6 REFERÊNCIAS

- AHSUL - Administração das Hidrovias do Sul. **Enchentes no Rio Taquari** (informações pessoais não publicadas). Porto Alegre: José Luiz Fay de Azambuja, 2007.
- ALCANTARA, L. H.; ZEILHOFER, P. **Aplicação de Técnicas de Geoprocessamento para Avaliação de Enchentes Urbanas**: estudo de caso - Cáceres, MT. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1. (GEOPANTANAL), 2006, Campo Grande.
- ALENCAR, J. C. M. 1968. **Sistema Nacional de Nivelamento de 1ª Ordem**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/canal_artigos>. Acesso em: 05 de junho de 2014, texto original.
- ALENCAR, J. C. M. 1990. **Datum Altimétrico Brasileiro**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/canal_artigos. Acesso em: 05 de junho de 2014, texto original.
- ALFAYA, S. V. A. F. **Mapeamento de Áreas Alagáveis da Calha Solimões / Amazonas Utilizando Análise de Imagens Baseada em Objeto com Dados MDE-SRTM**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2012.
- ANDJELKOVIC, I. **Guidelines on non-structural measures in urban flood management**. IHP, Technical Documents in Hydrology n. 50, UNESCO, Paris. 2001. 87p.
- ANTUNES, C. **Levantamentos Topográficos**. (Departamento de Matemática), Faculdade de Ciências Universidade de Lisboa, Lisboa, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 13133: **Execução de levantamento topográfico**, Rio de Janeiro, 1994.

BECKER, P. **Obtenção de Informações Para Plano Diretor de Drenagem Urbana utilizando um SIG**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), 107p., Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2006.

CIH - Centro de Informações Hidrometeorológicas. **Dados sobre Enchentes no Vale do Taquari** (informações não publicadas). Lajeado: UNIVATES, 2007.

ECKARDT, R. R. **Geração de Modelo Cartográfico aplicado ao Mapeamento das Áreas Sujeitas às Inundações Urbanas na Cidade de Lajeado / RS**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto alegre, 2008.

ENOMOTO, C. F. **Método para Elaboração de Mapas de Inundação Estudo de Caso na Bacia do Rio Palmital, Curitiba, PR**. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos). Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2004.

ERBA, A. D.; THUM, B. A.; SILVA, U. A. C.; SOUZA, C. G.; VERONEZ, R. M.; LEANDRO, F. R.; MAIA, B. C. T. **Topografia para Estudantes de Arquitetura, Engenharia e Geologia**. Editora Unisinos, São Leopoldo, 2003.

ESPARTEL, Lélis. **Curso de Topografia: volume 1**. 7°. ed. Ed. Globo S.A, Porto Alegre, 1980.

FELGUEIRAS, C. A.; CÂMARA, G. **Modelagem Numérica de Terreno**. In: Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, SP: INPE, 2004. Cap. 7, 36p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap7-mnt.pdf>>. Acesso em: 03 de junho de 2014, texto original.

FEPAM – Fundação de Proteção ao Meio Ambiente. **Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio das Antas e Rio Taquari**. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_taquari_antas/taquariantas.asp. Acesso em: 05 de junho de 2014, texto original.

FERREIRA, E. R.; ECKHARDT, R. E.; HAETINGUER, C.; BOTH, G. C.; FAVA E SILVA, J.; DIEDRICH, V. L.; AZAMBUJA, J. L. F. **Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes do Vale do Taquari - RS - Brasil**. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais e Tecnológicos (SIBRADEN), 2, 2007, Santos. **Anais...** São Paulo: ABGE, 2007. Artigos, p. 85. CD-ROM.

FERRI, G. **História do Rio Taquari-Antas**. 1ª Ed. Encantado: Grafen, 1991.

FLINTSCH, G. B. A. **Prevenção das enchentes no Baixo Taquari, Estrela/Bom Retiro do Sul – RS**. Monografia (MBA Internacional em Gestão Ambiental). Porto Alegre, 2002. 54p.

FORTES, S .P .L. **Ajustamento Simultâneo da Rede Altimétrica de Alta Precisão do Sistema Geodésico Brasileiro**. Relatório – Coordenação de Geodésia da Diretoria de Geociências, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, 2011.

FOSTER, S.S.D, 1990. **Impacts of Urbanization on Groundwater**. in: DUISBERG SYMPOSIUM, 1988. Hydrological Processes and Water Management in Urban Areas. IAHS. p187-207 International Association of Hydrological Sciences Publication 198.

FRANK, B. SEVEGNANI, L. (org.) **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí**. Água, gente e política. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009.

FRIESECKE, F. **Precautionary and Sustainable Flood Protection in Germany – Strategies and Instruments of Spatial Planning**. Proceedings of 3rd FIG Regional Conference, Jakarta, 2004. **Proceedings**. Jakarta: 2004.

GOERL, R.F.; KOBAYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (2005: João Pessoa) Porto Alegre: ABRH, Anais, 2005. 10p. CD-rom.

GOMES, P. F. **Curso de Estatística Experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. (orgs.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

HESS, L. L.; MELACK, J. M.; NOVO, E. M. L. M.; BARBOSA, C. C. F.; GASTIL, M. Dual-season mapping of wetland inundation and vegetation for the central Amazon basin. **Remote Sensing of Environment**, v.87, p. 404–428, 2003.

HUTCHINSON, M. F. **A Locally Adaptive Approach to the Interpolation of Digital Elevation Models**. Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling. NCGIA, University of California, Santa Barbara, 1996.

Disponível em:

<<http://www1.gsi.go.jp/geowww/globalmap-gsi/gtopo30/papers/local.html>>. Acesso em: 19 de maio de 2014, texto original.

HUTCHINSON, M. F. **A New Method for Gridding Elevation and Streamline Data With Automatic Removal of Pits.** Journal of Hydrology 106. 1989. p. 211-232.

HUTCHINSON, M. F. **Development of a Continent-Wide DEM With Applications to Terrain and Climate Analysis.** In: Environmental Modeling with GIS, New York: Oxford University Press, 1993. p. 392–399.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema Geodésico Brasileiro.** Rio de Janeiro: IBGE, 2005. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/arquivos_google_earth/sistema_geodesico_brasileiro/. Acesso em: 10 junho 2014.

IBGE, 1991 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultados Preliminares do Ajustamento Global da Rede Altimétrico do Sistema Geodésico Brasileiro.** Relatório Técnico nº1, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 31 páginas.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Inundações,** Santa Maria, 2013.

JPL – JET PROPULSION LABORATORY. **NASA/JPL SRTM.** 2002. Disponível em <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>. Acesso em: 02 de maio de 2014, texto original.

KOBIYAMA, M; GOERL, R.F.; **Identificação dos riscos, Emergência,** Fev/Mar/2011, pp.48-50, www.revistaemergencia.com.br, Acesso em: 08 de abril de 2014, texto original.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.DE O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES,E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF,F.M.; **Prevenção de desastres naturais-Conceitos básicos;** Ed. Organic Trading, 1º Edição, Curitiba, PR, pp109, 2006.

KUREK, M. K. R. **Avaliação do Tempo de Retorno dos Níveis das Inundações no Vale do Taquari / RS.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental, Centro Universitário (UNIVATES), Lajeado, 2012.

LUZ, R. T., FREITAS, S. R. C., GOLDANI, D., DI MAIO, N. R., SUBIZA PIÑA, W. H., PINHEIRO, R.R., SANTOS, C. C. S. 2007. **Avaliação Das Realizações Da Componente Vertical Do Sistema Geodésico Brasileiro.** Presidente Prudente/SP. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/canal_artigos. Acesso em: 10 de maio de 2014, texto original.

LUZ, R. T.; GUIMARÃES, V. M. 2001. **Realidade e Perspectivas da Rede Altimétrica de Alta Precisão do Sistema Geodésico Brasileiro.** Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/canal_artigos>. Acesso em: 10 de maio de 2014, texto original.

MASSITA, A.; SEYDELL, R. R. M. **Usos e Aplicações da Estação Total – Subsídio para a Pesquisa e o Ensino de Topografia**. Anais do XIV Encontro de Iniciação Científica da PUC, Campinas, 2009.

MARCELINO, E. V., NUNES, L. H., KOBAYAMA, M. **Mapeamento de Risco de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**. Caminhos da Geografia (UFU), Uberlândia, v.7, n.17, p.72-84, 2006.

MELLO, C. R. et al. **Krigagem e Inverso do Quadrado da Distância para Interpolação dos Parâmetros da Equação de Chuvas Intensas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, n.5, p.925-933. 2003.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, Integração e Aplicação**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001. 536p.

MERTES L. A. K.; DUNNE T.; MARTINELLI L. A. **Channel floodplain geomorphology along the Solimões-Amazon river, Brazil**. Geological Society of America Bulletin, v.108, n.9, p.1089-1107, 1996.

OLIVEIRA, G. G. **Modelos para Previsão, Espacialização e Análise das áreas Inundáveis na Bacia Hidrográfica do Rio Caí, RS**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2010.

OLIVEIRA, G. G. SALDANHA, D. L. GUASSELLI, L. A. **Espacialização e Análise das Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Caí/RS**. Revista Geociências, v. 29, n. 3 p. 313-427, UNESP, São Paulo, 2010.

OSTROWSKY, M. S. B.; ZMITROWICZ, W. **Urbanização e controle de enchentes: o caso de São Paulo: seus conflitos e inter-relações**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1991.

PEUKER, T. K. et al. **The Triangulated Irregular Network. Proceedings of the International Symposium on Cartographic and Computing: Applications in Health and Environment (Auto Carto 4)**, v.2, 1979. p. 96-103.

PML – Prefeitura Municipal de Lajeado. **Físico-Geográfico**. Lajeado: PML, 2013.

Disponível em:

http://www.lajeado.rs.gov.br/download_anexo/index.asp?cd_programa=&strARQUIVO=Plano%20Diretor_01.pdf&strDescricao=Plano%20Diretor_01. Acesso em: 10 junho 2014.

PML – Prefeitura Municipal de Lajeado. **Plano Diretor**. Lajeado: PML, 2014.

Disponível em:

http://www.lajeado.rs.gov.br/home/pagina.asp?titulo=Plano%20Diretor&categoria=Planejamento&codigoCategoria=969&imagemCategoria=SecretariaPlanejamento.jpg&INC=includes/show_texto.asp&conteudo=3374&servico. Acesso em: 10 junho 2014.

RABUS, B.; EINEDER M.; ROTH A.; BAMLER R. **The shuttle radar topography mission - a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar**. Photogrammetry and Remote Sensing. v. 57, p. 241-262, 2003.

RENNÓ, C.D.; NOBRE, A.D.; CUARTAS, L.A; SOARES, J.V.; HODNETT, M.G.; TOMASELLA, J.; WATERLOO, M.J. **Hand, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazônia**. Remote Sensing of Environment, v.112, p. 3469-3481, 2008.

RIBEIRO, C. A. A. S. et al. **Modelos Digitais de Elevação Hidrologicamente Consistentes para a Amazônia Legal**. In: Anais do II Simpósio de Recursos Hídricos do Centro Oeste. Campo Grande: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2002. CDROM.

RODRIGUES, A. D. **Evolução dos Equipamentos Topográficos Aliados a Qualidade na Construção Civil**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2003.

ROSMAN, P. C. C. **Um Sistema Computacional de Hidrodinâmica Ambiental**. In: **Métodos Numéricos em Recursos Hídricos**. Capítulo 1:1 – 162. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Rio de Janeiro, 2001.

SANTOS, P. R. A.; GABOARDI, C.; OLIVEIRA L. C. **Avaliação da Precisão Vertical dos Modelos SRTM para a Amazônia**. Revista Brasileira de Cartografia, nº 58/01, 2006. p. 101-107.

SANTOS, R. F. (ORG.). **Vulnerabilidade Ambiental - Desastres Naturais ou Fenômenos Induzidos**, Brasília: MMA, 2007. 192p.

SOUZA, J. M. **Análise da Qualidade Cartográfica dos Dados da Shuttle Radar Topography Mission – SRTM**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2006. 116p.

SCHULT, S. I. M.; PINHEIRO, A. **Ocupação e Controle das Áreas Urbanas Inundáveis**. In: Enchentes na Bacia do Itajaí: 20 Anos de Experiências. 1 ed., Blumenau: FURB, v. 1, 2003. p. 173-190.

SCHUMM, S. A. **Geomorphic hazard-problems of prediction**. In: Zeitschrift für eomorphologie. Vol. 67. Editora Gebrüder Borntraeger, 1988.

SHIDAWARA. M. **Flood Hazard Map Distribution**. Urban Water, v.1, p.125-129, 1999.

SHIMABUKURO, Y. E.; NOVO, E. M. L. M.; MERTES, L. K. **Amazon River mainstem floodplain Landsat TM digital mosaic**. International Journal of Remote Sensing, v.23, n.1, p. 57-69, 2002.

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: Unicamp, 1999. 236p.

SIPPEL, S.; HAMILTON, S. K.; MELACK, J. M. METTS, E. M. **Passive Microwave Observations of Inundations Area and Area/Stage Relation in the Amazon River Floodplain**. International Journal of Remote Sensing, London, UK: Taylor & Francis, v. 19, n. 16, Nov. 1998. p. 3055-3074.

TUCCI, C. E. M. Água no Meio Urbano. In: REBOUÇAS, A.C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G. (org.) **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. Cap. 12.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**, RBRH vol.7 p.5 – 27, Jan/Mar 2002.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (ORG.) **Inundações Urbanas da América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. 471p.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. de. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995. 428 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos)

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. **TOPODATA: Brazilian full coverage refinement of SRTM data**. **Applied Geography**. v. 32, p. 300-309, 2012.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA**: guia de utilização de dados geomorfométricos locais. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2008. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/documentos.php>>. Acesso em: 20 de maio de 2014, texto original.

WITTEN, I.H., FRANK, E., TRIGG, L., HALL, M., HOLMES, G. & CUNNINGHAM, S.J.. **Weka: Practical machine learning tools and techniques with Java implementations**. (Working paper 99/11). Hamilton, New Zealand: University of Waikato, Department of Computer Science.1999.

WAHBA, G. **Spline models for Observational data**. Paper presented at CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics. Philadelphia: Soc. Ind. Appl. Maths, 1990.

ZHU, H.; EASTMAN, J. R.; TOLEDANO, J. **Triangulated irregular network optimization from contour data using bridge and tunnel edge removal**. International Journal of Geographical Information Science, v. 15, n. 03, 2001. p. 271-286.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Relatório de Estação Geodésica Planimétrica 91998 IBGE.

| | | |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Estação: 91998 | Nome da Estação: 91998 | Tipo: Estação Planimétrica GPS |
| Município: Lajeado | | UF: RS |
| Ultima visita: 15/05/2002 | Situação marco principal: Bom | |

| | Dados planimétricos | | Dados altimétricos | |
|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------|
| SAD-69 | Latitude | 29 ° 27 ' 17,4215 " S | Altitude Ortométrica(m) | 65,25 |
| | Longitude | 51 ° 57 ' 18,3266 "W | Altitude Geométrica (m) | 68,26 |
| | Fonte | GPS Geodésico | Fonte | GPS Geodésico |
| | Origem | Ajustada | Data medição | 15/05/2002 |
| | Datum | SAD-69 | Data cálculo | 28/06/2010 |
| | Data medição | 15/05/2002 | Sigma Altitude Geométrica (m) | |
| | Data cálculo | 15/09/2002 | Modelo Geoidal | MAPGEO 2010 |
| | Sigma Latitude (m) | 0,003 | | |
| | Sigma Longitude (m) | 0,010 | | |
| | UTM (N) | 6.741.229,472 | | |
| | UTM (E) | 407.381,833 | | |
| | MC | -51 | | |
| SIRGAS 2000 | Latitude | 29 ° 27 ' 19,1978 " S | Altitude Ortométrica(m) | 65,14 |
| | Longitude | 51 ° 57 ' 20,2066 "W | Altitude Geométrica (m) | 71,14 |
| | Fonte | GPS Geodésico | Fonte | GPS Geodésico |
| | Origem | Ajustada | Data medição | 15/05/2002 |
| | Datum | SIRGAS2000 | Data cálculo | 28/06/2010 |
| | Data medição | 15/05/2002 | Sigma Altitude Geométrica (m) | 0,008 |
| | Data cálculo | 23/11/2004 | Modelo Geoidal | MAPGEO 2010 |
| | Sigma Latitude (m) | 0,001 | | |
| | Sigma Longitude (m) | 0,001 | | |
| | UTM (N) | 6.741.185,669 | | |
| | UTM (E) | 407.331,973 | | |
| | MC | -51 | | |

APÊNDICE B - Relatório de Estação Geodésica Altimétrica 1908G IBGE

| | | |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Estação: 1908G | Nome da Estação: 1908G | Tipo: Estação Altimétrica RN |
| Município: Lajeado | | UF: RS |
| Última visita: 23/09/2009 | Situação marco principal: Bom | |

| | Dados planimétricos | | Dados altimétricos | |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|------------------------|
| SAD-69 | Latitude | 29 ° 27 ' 37 " S | Altitude Ortométrica(m) | 44,6205 |
| | Longitude | 51 ° 58 ' 02 "W | Fonte | Nivelamento geométrico |
| | Fonte | GPS Navegação | Sigma Altitude Geométrica (m) | 0.06 |
| | Origem | Transformada | Datum | Imbituba |
| | Datum | SAD-69 | Data medição | 03/09/1982 |
| | Data medição | 23/09/2009 | Data cálculo | 15/06/2011 |
| | Data cálculo | | | |
| | Sigma Latitude (m) | | | |
| | Sigma Longitude (m) | | | |
| | UTM (N) | 6.740.617 | | |
| | UTM (E) | 406.210 | | |
| | MC | -51 | | |
| | SIRGAS 2000 | Latitude | 29 ° 27 ' 39 " S | |
| Longitude | | 51 ° 58 ' 04 "W | | |
| Fonte | | GPS Navegação | | |
| Origem | | | | |
| Datum | | SIRGAS2000 | | |
| Data medição | | 23/09/2009 | | |
| Data cálculo | | | | |
| Sigma Latitude (m) | | | | |
| Sigma Longitude (m) | | | | |
| UTM (N) | | 6.740.566 | | |
| UTM (E) | | 406.157 | | |
| MC | | -51 | | |

APÊNDICE C - Relatório de Estação Geodésica Altimétrica 1908L IBGE.

| | | |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Estação: 1908L | Nome da Estação: 1908L | Tipo: Estação Altimétrica RN |
| Município: Lajeado | | UF: RS |
| Última visita: 23/09/2009 | Situação marco principal: Bom | |

| | Dados planimétricos | | Dados altimétricos | |
|---------------------|---------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| SAD-69 | Latitude | 29 ° 27 ' 39 " S | Altitude Ortométrica(m) | 57,6467 |
| | Longitude | 51 ° 57 ' 25 "W | Fonte | Nivelament o geométrico |
| | Fonte | GPS Navegação | Sigma Altitude Geométrica (m) | 0.06 |
| | Origem | Transformada | Datum | Imbituba |
| | Datum | SAD-69 | Data medição | 03/09/1982 |
| | Data medição | 23/09/2009 | Data cálculo | 15/06/2011 |
| | Data cálculo | | | |
| | Sigma Latitude (m) | | | |
| | Sigma Longitude (m) | | | |
| | UTM (N) | 6.740.564 | | |
| | UTM (E) | 407.208 | | |
| | MC | -51 | | |
| | SIRGAS 2000 | Latitude | 29 ° 27 ' 41 " S | |
| Longitude | | 51 ° 57 ' 27 "W | | |
| Fonte | | GPS Navegação | | |
| Origem | | | | |
| Datum | | SIRGAS2000 | | |
| Data medição | | 23/09/2009 | | |
| Data cálculo | | | | |
| Sigma Latitude (m) | | | | |
| Sigma Longitude (m) | | | | |
| UTM (N) | | 6.740.513 | | |
| UTM (E) | | 407.154 | | |
| MC | | -51 | | |

APÊNDICE D - Relatório de RN municipal M01.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M01=RN RRCM | Vértice Visado: M02=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Centro |

| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| COORDENADAS | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | SAD-69 | | | |
| Latitude (S): 29°27'36.77084" | Longitude (W): 51°58'05.31539" | Latitude(S): 29°27'34.99494" | Longitude (W): 51°58'03.43537" | | | |
| UTM (N): 6740634.742 m | UTM (E): 406121.324 m | UTM (N): 6740678.536 m | UTM (E): 406171.172 m | | | |
| Alt. Elip.(h): 052.242 m | Alt. Ort.(H) 46.0279 m | Alt. Elip.(h): 049.379 m | Alt. Ort.(H) 46.0279 m | | | |
| MC: 51°W | Fuso: 22 | MC: 51°W | Fuso: 22 | | | |
| DESvio PADRÃO MÉDIO APÓS AJUSTAMENTO | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.005 m | | Desvio padrão Long.= 0.004 m | | Desvio padrão Alt= 0.006 m | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | φ°= 29°26'55.37607 "S | λ°= 52°00'18.48780" W | X ₀ = 150000.0 00 | Y ₀ = 250000.000 | H _i = 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | X: | 153588,529 m | Y: | 248724,851 m | Altitude Ortométrica (H): | 46.0279 m |

APÊNDICE E - Relatório de RN municipal M02.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M02=RN RRCM | Vértice Visado: M01=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Centro |

| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| COORDENADAS | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | SAD-69 | | | |
| Latitude (S): 29°28'14.45720" | Longitude (W): 51°57'47.79431" | Latitude(S): 29°28'12.68112" | Longitude (W): 51°57'45.91423" | | | |
| UTM (N): 6739478.676 m | UTM (E): 406602.880 m | UTM (N): 6739522.470 m | UTM (E): 406652.728 m | | | |
| Alt. Elip.(h): 32.194 m | Alt. Ort.(H) 26.1034 m | Alt. Elip.(h): 29.324 m | Alt. Ort.(H) 26.1034 m | | | |
| MC: 51°W | Fuso: 22 | MC: 51°W | Fuso: 22 | | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | φ°= 29°26'55.37607 "S | λ°= 52°00'18.48780" W | X ₀ = 150000.000 | Y ₀ = 250000.000 | H _i = 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | X: | 154060,244 m | Y: | 247564,296 m | Altitude Ortométrica (H): | 26.1034 m |
| DESvio PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.006 m | | Desvio padrão Long.= 0.006 m | | Desvio padrão Alt= 0.009 m | | |

APÊNDICE F - Relatório de RN municipal M03.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M03=RN RRCM | Vértice Visado: M04=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Americano |

| | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------------------------|--|---------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°27'07.79607" | | Longitude (W): 51°57'58.52915" | | Latitude(S): 29°27'06.02024" | | Longitude (W): 51°57'56.64934" | | |
| UTM (N): 6741528.097 m | | UTM (E): 406296.727 m | | UTM (N): 6741571.891 m | | UTM (E): 406346.575 m | | |
| Alt. Elip.(h): 59.280 m | | Alt. Ort.(H) 53.0628 m | | Alt. Elip.(h): 56.426 m | | Alt. Ort.(H) 53.0628 m | | |
| MC: 51°W | | Fuso: 22 | | MC: 51°W | | Fuso: 22 | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | φ°= | 29°26'55.37607 "S | λ°= | 52°00'18.48780" W | X ₀ = 150000.000 | Y ₀ = 250000.000 | H _i = 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | | X: | 153771,692 m | Y: | 249616,949 m | Altitude Ortométrica (H): | | 53.0628 m |
| DESvio PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.005 m | | | Desvio padrão Long.= 0.005 m | | | Desvio padrão Alt= 0.007 m | | |

APÊNDICE G - Relatório de RN municipal M04.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Vértice: M04=RN RRCM | Vértice Visado: M03=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro São Cristóvão |

| | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------------------------|--|---------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°26'52.55830" | | Longitude (W): 51°58'20.16382" | | Latitude(S): 29°26'50.78260" | | Longitude (W): 51°58'18.28391" | | |
| UTM (N): 6741992.264 m | | UTM (E): 405709.998 m | | UTM (N): 6742036.058 m | | UTM (E): 405759.846 m | | |
| Alt. Elip.(h): 61.336 m | | Alt. Ort.(H) 55.1079 m | | Alt. Elip.(h): 58.481 m | | Alt. Ort.(H) 55.1079 m | | |
| MC: 51°W | | Fuso: 22 | | MC: 51°W | | Fuso: 22 | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | φ°= | 29°26'55.37607 "S | λ°= | 52°00'18.48780" W | X ₀ = 150000.000 | Y ₀ = 250000.000 | H _i = 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | | X: | 153188.800 m | Y: | 250086,312 m | Altitude Ortométrica (H): | | 55.1079 m |
| DESvio PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.004 m | | | Desvio padrão Long.= 0.004 m | | | Desvio padrão Alt= 0.006 m | | |

APÊNDICE H - Relatório de RN municipal M05.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Vértice: M05=RN RRCM | Vértice Visado: M06=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Universitário |

| | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------------------------|--|---------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°26'20.58097" | | Longitude (W): 51°57'25.14082" | | Latitude(S): 29°26'18.80515" | | Longitude (W): 51°57'23.26153" | | |
| UTM (N): 6742988.786 m | | UTM (E): 407184.239 m | | UTM (N): 6743032.580 m | | UTM (E): 407234.087 m | | |
| Alt. Elip.(h): 93.211 m | | Alt. Ort.(H) 86.9990 m | | Alt. Elip.(h): 90.376 m | | Alt. Ort.(H) 86.9990 m | | |
| MC: 51°W | | Fuso: 22 | | MC: 51°W | | Fuso: 22 | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | φ°= | 29°26'55.37607 "S | λ°= | 52°00'18.48780" W | X ₀ = 150000.000 | Y ₀ = 250000.000 | H _i = 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | | X: | 154672,062 m | Y: | 251070,403 m | Altitude Ortométrica (H): | | 86.9990 m |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.006 m | | | Desvio padrão Long.= 0.005 m | | | Desvio padrão Alt= 0.008 m | | |

APÊNDICE I - Relatório de RN municipal M06.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Vértice: M06=RN RRCM | Vértice Visado: M05=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Universitário |

| | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------------------------|--|---------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°26'17.17132" | | Longitude (W): 51°57'55.54387" | | Latitude(S): 29°26'15.39563" | | Longitude (W): 51°57'53.66435" | | |
| UTM (N): 6743086.979 m | | UTM (E): 406364.239 m | | UTM (N): 6743130.774 m | | UTM (E): 406414.086 m | | |
| Alt. Elip.(h): 96.348m | | Alt. Ort.(H) 90.0914 m | | Alt. Elip.(h): 93.508 m | | Alt. Ort.(H) 90.0914 m | | |
| MC: 51°W | | Fuso: 22 | | MC: 51°W | | Fuso: 22 | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | φ°= | 29°26'55.37607 "S | λ°= | 52°00'18.48780" W | X ₀ = 150000.000 | Y ₀ = 250000.000 | H _i = 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | | X: | 153852,673 m | Y: | 251175.698 m | Altitude Ortométrica (H): | | 90.0914 m |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.004 m | | | Desvio padrão Long.= 0.004 m | | | Desvio padrão Alt= 0.006 m | | |

APÊNDICE J - Relatório de RN municipal M07.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M07=RN RRCM | Vértice Visado: M08=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Planalto |

| | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------------------------|--|---------------------------------|----------------------|--------------------------------|---------|---------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°25'56.08346" | | Longitude (W): 51°59'18.83144" | | Latitude(S): 29°25'54.30814" | | Longitude (W): 51°59'16.95134" | | |
| UTM (N): 6743717.251 m | | UTM (E): 404114.743 m | | UTM (N): 6743761.047 m | | UTM (E): 404164.590 m | | |
| Alt. Elip.(h): 107.270 m | | Alt. Ort.(H) 100.9294 m | | Alt. Elip.(h): 104.418 m | | Alt. Ort.(H) 100.9294 m | | |
| MC: 51°W | | Fuso: 22 | | MC: 51°W | | Fuso: 22 | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | $\varphi^{\circ} =$ | 29°26'55.37607 "S | $\lambda^{\circ} =$ | 52°00'18.48780" W | $X_0 =$ | $Y_0 =$ | $H_t =$ |
| Referencial: SIRGAS2000 | | X: | 151607,971 m | Y: | 251825,550 m | Altitude Ortométrica (H): | | 100.9294 m |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.005 m | | | Desvio padrão Long.= 0.005 m | | | Desvio padrão Alt= 0.007 m | | |

APÊNDICE K - Relatório de RN municipal M08.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M08=RN RRCM | Vértice Visado: M07=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Montanha |

| | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------------------------|--|---------------------------------|----------------------|--------------------------------|---------|--------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°26'29.49477" | | Longitude (W): 51°59'18.72003" | | Latitude(S): 29°26'27.71937" | | Longitude (W): 51°59'16.83978" | | |
| UTM (N): 6742688.883 m | | UTM (E): 404126.465 m | | UTM (N): 6742732.678 m | | UTM (E): 404176.312 m | | |
| Alt. Elip.(h): 89.740 m | | Alt. Ort.(H) 83.4214 m | | Alt. Elip.(h): 86.879 m | | Alt. Ort.(H) 83.4214 m | | |
| MC: 51°W | | Fuso: 22 | | MC: 51°W | | Fuso: 22 | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | $\varphi^{\circ} =$ | 29°26'55.37607 "S | $\lambda^{\circ} =$ | 52°00'18.48780" W | $X_0 =$ | $Y_0 =$ | $H_t =$ |
| Referencial: SIRGAS2000 | | X: | 151610,827 m | Y: | 250796,791 m | Altitude Ortométrica (H): | | 83.4214 m |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.005 m | | | Desvio padrão Long.= 0.004 m | | | Desvio padrão Alt= 0.007 m | | |

APÊNDICE L - Relatório de RN municipal M09.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M09=RN RRCM | Vértice Visado: M10=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Montanha |

| | | | | | | |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBM/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | |
| COORDENADAS | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | SAD-69 | | | |
| Latitude (S): 29°27'00.49858" | Longitude (W): 51°59'23.81331" | Latitude(S): 29°26'58.72309" | Longitude (W): 51°59'21.93284" | | | |
| UTM (N): 6741733.426 m | UTM (E): 403997.349 m | UTM (N): 6741777.221 m | UTM (E): 404047.197 m | | | |
| Alt. Elip.(h): 107.435m | Alt. Ort.(H) 101.1453 m | Alt. Elip.(h): 104.565 m | Alt. Ort.(H) 101.1453 m | | | |
| MC: 51°W | Fuso: 22 | MC: 51°W | Fuso: 22 | | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | φ°= 29°26'55.37607 "S | λ°= 52°00'18.48780" W | X ₀ = 150000.000 | Y ₀ = 250000.000 | H _i = 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | X: | 151473,431 m | Y: | 249842,178 m | Altitude Ortométrica (H): | 101.1453 m |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.004 m | | Desvio padrão Long.= 0.004 m | | Desvio padrão Alt= 0.006 m | | |

APÊNDICE M - Relatório de RN municipal M10.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M10=RN RRCM | Vértice Visado: M09=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Bom Pastor |

| | | | | | | |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBM/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | |
| COORDENADAS | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | SAD-69 | | | |
| Latitude (S): 29°26'55.37607" | Longitude (W): 52°00'18.48780" | Latitude(S): 29°26'53.60083" | Longitude (W): 52°00'16.60694" | | | |
| UTM (N): 6741878.487 m | UTM (E): 402523.080 m | UTM (N): 6741922.282 m | UTM (E): 402572.926 m | | | |
| Alt. Elip.(h): 80.216 m | Alt. Ort.(H) 73.8603 m | Alt. Elip.(h): 77.335 m | Alt. Ort.(H) 73.8603 m | | | |
| MC: 51°W | Fuso: 22 | MC: 51°W | Fuso: 22 | | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | φ°= 29°26'55.37607 "S | λ°= 52°00'18.48780" W | X ₀ = 150000.000 | Y ₀ = 250000.000 | H _i = 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | X: | 150000,000 m | Y: | 250000,000 m | Altitude Ortométrica (H): | 73.8603 m |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.005 m | | Desvio padrão Long.= 0.004 m | | Desvio padrão Alt= 0.006 m | | |

APÊNDICE N - Relatório de RN municipal M11.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Vértice: M11=RN RRCM | Vértice Visado: M12=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Jardim do Cedro |

| | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|-----|--|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°28'40.28876" | Longitude (W): 51°59'13.37489" | | Latitude(S): 29°28'38.51294" | | Longitude (W): 51°59'11.49401" | | | |
| UTM (N): 6738664.279 m | UTM (E): 404304.586 m | | UTM (N): 6738708.073 m | | UTM (E): 404354.432 m | | | |
| Alt. Elip.(h): 62.781 m | Alt. Ort.(H) 56.5172 m | | Alt. Elip.(h): 59.886 m | | Alt. Ort.(H) 56.5172 m | | | |
| MC: 51°W | Fuso: 22 | | MC: 51°W | | Fuso: 22 | | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | φ°= | 29°26'55.37607 "S | λ°= | 52°00'18.48780" W | X ₀ = 150000.000 | Y ₀ = 250000.000 | H _i = 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | | X: | 151754,261 m | Y: | 246769,511 m | Altitude Ortométrica (H): | | 56.5172 m |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.006 m | | | Desvio padrão Long.= 0.006 m | | | Desvio padrão Alt= 0.009 m | | |

APÊNDICE O - Relatório de RN municipal M12.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Vértice: M12=RN RRCM | Vértice Visado: M11=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Jardim do Cedro |

| | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|-----|--|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°28'32.09728" | Longitude (W): 51°59'41.89608" | | Latitude(S): 29°28'30.32161" | | Longitude (W): 51°59'40.01501" | | | |
| UTM (N): 6738909.874 m | UTM (E): 403534.291 m | | UTM (N): 6738953.668 m | | UTM (E): 403584.137 m | | | |
| Alt. Elip.(h): 77.908 m | Alt. Ort.(H) 71.6075 m | | Alt. Elip.(h): 75.009 m | | Alt. Ort.(H) 71.6075 m | | | |
| MC: 51°W | Fuso: 22 | | MC: 51°W | | Fuso: 22 | | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | φ°= | 29°26'55.37607 "S | λ°= | 52°00'18.48780" W | X ₀ = 150000.000 | Y ₀ = 250000.000 | H _i = 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | | X: | 150985,870 m | Y: | 247021,828 m | Altitude Ortométrica (H): | | 71.6075 m |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.007 m | | | Desvio padrão Long.= 0.007 m | | | Desvio padrão Alt= 0.010 m | | |

APÊNDICE P - Relatório de RN municipal M13.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M13=RN RRCM | Vértice Visado: M14=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro São Bento |

| | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------|---------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°27'40.87492" | | Longitude (W): 52°01'16.98490" | | Latitude(S): 29°27'39.09977" | | Longitude (W): 52°01'15.10334" | | |
| UTM (N): 6740464.328 m | | UTM (E): 400959.443 m | | UTM (N): 6740508.122 m | | UTM (E): 401009.288 m | | |
| Alt. Elip.(h): 80.864 m | | Alt. Ort.(H) 74.4978 m | | Alt. Elip.(h): 77.959 m | | Alt. Ort.(H) 74.4978 m | | |
| MC: 51°W | | Fuso: 22 | | MC: 51°W | | Fuso: 22 | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | $\varphi^{\circ} =$ | 29°26'55.37607 "S | $\lambda^{\circ} =$ | 52°00'18.48780" W | $X_0 =$ | $Y_0 =$ | $H_t =$ |
| Referencial: SIRGAS2000 | X: | 148423.726 m | Y: | 248598.943 m | Altitude Ortométrica (H): | | 74.4978 m | |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.006 m | | | Desvio padrão Long.= 0.006 m | | | Desvio padrão Alt= 0.009 m | | |

APÊNDICE Q - Relatório de RN municipal M14.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M14=RN RRCM | Vértice Visado: M13=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro São Bento |

| | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------|---------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°27'58.07927" | | Longitude (W): 52°01'17.38177" | | Latitude(S): 29°27'56.30407" | | Longitude (W): 52°01'15.50011" | | |
| UTM (N): 6739934.683 m | | UTM (E): 400953.397 m | | UTM (N): 6739978.477 m | | UTM (E): 401003.242 m | | |
| Alt. Elip.(h): 73.913 m | | Alt. Ort.(H) 67.5371 m | | Alt. Elip.(h): 71.003 m | | Alt. Ort.(H) 67.5371 m | | |
| MC: 51°W | | Fuso: 22 | | MC: 51°W | | Fuso: 22 | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | $\varphi^{\circ} =$ | 29°26'55.37607 "S | $\lambda^{\circ} =$ | 52°00'18.48780" W | $X_0 =$ | $Y_0 =$ | $H_t =$ |
| Referencial: SIRGAS2000 | X: | 148413.106 m | Y: | 248069.204 m | Altitude Ortométrica (H): | | 67.5371 m | |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.005 m | | | Desvio padrão Long.= 0.005 m | | | Desvio padrão Alt= 0.007 m | | |

APÊNDICE R - Relatório de RN municipal M15.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M15=RN RRCM | Vértice Visado: M16=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Aterro Sanitário |

| | | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|--|-----------------------------|---------------------------|--------------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | |
| COORDENADAS | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | SAD-69 | | | |
| Latitude (S): 29°26'42.97959" | Longitude (W): 52°02'12.98010" | Latitude(S): 29°26'41.20484" | Longitude (W): 52°02'11.09839" | | | |
| UTM (N): 6742233.025 m | UTM (E): 399435.252 m | UTM (N): 6742276.820 m | UTM (E): 399485.097 m | | | |
| Alt. Elip.(h): 87.337 m | Alt. Ort.(H) 80.8883 m | Alt. Elip.(h): 84.435 m | Alt. Ort.(H) 80.8883 m | | | |
| MC: 51°W | Fuso: 22 | MC: 51°W | Fuso: 22 | | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | $\varphi^{\circ} =$ 29°26'55.37607 "S | $\lambda^{\circ} =$ 52°00'18.48780" W | $x_0 =$ 150000.000 | $y_0 =$ 250000.000 | $H_i =$ 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | X: | 146914.382 m | Y: | 250381.276 m | Altitude Ortométrica (H): | 80.8883 m |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | |
| Desvio padrão Lat. = 0.005 m | | Desvio padrão Long. = 0.004 m | | Desvio padrão Alt = 0.006 m | | |

APÊNDICE S - Relatório de RN municipal M16.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M16=RN RRCM | Vértice Visado: M15=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Conventos |

| | | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|--|-----------------------------|---------------------------|--------------------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | |
| COORDENADAS | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | SAD-69 | | | |
| Latitude (S): 29°26'15.15650" | Longitude (W): 52°01'32.70289" | Latitude(S): 29°26'13.38165" | Longitude (W): 52°01'30.82162" | | | |
| UTM (N): 6743099.023 m | UTM (E): 400512.825 m | UTM (N): 6743142.819 m | UTM (E): 400562.671 m | | | |
| Alt. Elip.(h): 129.610 m | Alt. Ort.(H) 123.1158 m | Alt. Elip.(h): 126.724 m | Alt. Ort.(H) 123.1158 m | | | |
| MC: 51°W | Fuso: 22 | MC: 51°W | Fuso: 22 | | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | $\varphi^{\circ} =$ 29°26'55.37607 "S | $\lambda^{\circ} =$ 52°00'18.48780" W | $x_0 =$ 150000.000 | $y_0 =$ 250000.000 | $H_i =$ 211,000 |
| Referencial: SIRGAS2000 | X: | 147999,719 m | Y: | 251238,215 m | Altitude Ortométrica (H): | 123.1158 m |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | |
| Desvio padrão Lat. = 0.005 m | | Desvio padrão Long. = 0.005 m | | Desvio padrão Alt = 0.007 m | | |

APÊNDICE T - Relatório de RN municipal M17.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M17=RN RRCM | Vértice Visado: M18=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Conventos |

| | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--|--------------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|-----------|---------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°25'50.12316" | Longitude (W): 52°02'15.64745" | Latitude(S): 29°25'48.34857" | Longitude (W): 52°02'13.76598" | | | | | |
| UTM (N): 6743859.309 m | UTM (E): 399348.908 m | UTM (N): 6743903.104 m | UTM (E): 399398.753 m | | | | | |
| Alt. Elip.(h): 85.176 m | Alt. Ort.(H) 78.6398 m | Alt. Elip.(h): 82.287 m | Alt. Ort.(H) 78.6398 m | | | | | |
| MC: 51°W | Fuso: 22 | MC: 51°W | Fuso: 22 | | | | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | $\varphi^{\circ} =$ | 29°26'55.37607 "S | $\lambda^{\circ} =$ | 52°00'18.48780" W | $X_0 =$ | $Y_0 =$ | $H_t =$ |
| Referencial: SIRGAS2000 | X: | 146842.041 m | Y: | 252008.746 m | Altitude Ortométrica (H): | | 78.6398 m | |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.002 m | | | Desvio padrão Long.= 0.002 m | | | Desvio padrão Alt= 0.003 m | | |

APÊNDICE U - Relatório de RN municipal M18.

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vértice: M18=RN RRCM | Vértice Visado: M17=RN RRCM | Projeto/Ano: B-1169/2012 |
| Estado: RS | Município: Lajeado | Local: Bairro Conventos |

| | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--|--------------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|-----------|---------|
| Origem Planimétrica: POAL (RBMC/IBGE), SAT91998 (IBGE). | | Origem Altimétrica: RN1908G e RN1908L (IBGE) | | | | | | |
| COORDENADAS | | | | | | | | |
| SIRGAS2000 (Época 2000,4) | | | | SAD-69 | | | | |
| Latitude (S): 29°25'54.67302" | Longitude (W): 52°01'40.66361" | Latitude(S): 29°25'52.89828" | Longitude (W): 52°01'38.78240" | | | | | |
| UTM (N): 6743727.614 m | UTM (E): 400292.780 m | UTM (N): 6743771.410 m | UTM (E): 400342.625 m | | | | | |
| Alt. Elip.(h): 89.454 m | Alt. Ort.(H) 82.9643 m | Alt. Elip.(h): 86.572 m | Alt. Ort.(H) 82.9643 m | | | | | |
| MC: 51°W | Fuso: 22 | MC: 51°W | Fuso: 22 | | | | | |
| COORDENADAS PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL | | | | | | | | |
| Origem do plano: | M10=RN | $\varphi^{\circ} =$ | 29°26'55.37607 "S | $\lambda^{\circ} =$ | 52°00'18.48780" W | $X_0 =$ | $Y_0 =$ | $H_t =$ |
| Referencial: SIRGAS2000 | X: | 147785.034 m | Y: | 251868.876 m | Altitude Ortométrica (H): | | 82.9643 m | |
| DESVIO PADRÃO MÉDIO APOS AJUSTAMENTO | | | | | | | | |
| Desvio padrão Lat.= 0.005 m | | | Desvio padrão Long.= 0.004 m | | | Desvio padrão Alt= 0.006 m | | |

APÊNDICE V – Informações do RN da AHSUL.

| Marco nº | Local | | Datum | | Equipamento utilizado |
|---|-----------------------------|---------------------------|----------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| SP-04 | Rio Taquari | | SIRGAS 2000 | | Marca: Sistema GNSS – Marca Topcon |
| | Município: Porto Estrela/RS | | | | Modelo: Hiper L/2 |
| Estação | Município/ UF | MC | Fuso | UF | Tempo estimado rastreo |
| RBMC SMAR- POAL | Santa Maria | 0°28' 25,1846 9`` | 51°W Gr | RS | Data: 13/11/2013 |
| | | | | | Tempo Rastreo: 9 h e 58 min. |
| COORDENADAS DOS VÉRTICES | | | | | |
| Coordenadas Geodésicas | | Coordenadas UTM | | Plano Topográfico Local | |
| Latitude: 29°28' 25,1317``S | | Norte (Y): 6.739.150,6480 | | Norte (Y): 6.739.150,6480 | |
| Longitude: 51°57' 45,4082``W | | Este (X): 406.669,8640 | | Este (X): 406.669,8640 | |
| Altura Geom.(h): 33,410 | | K: 0,9996 | | Altitude Geométrica(m): 25,8055 | |
| Altitude Ortom.: 26,090 | | | | | |
| Descrição do Itinerário e da Estação: Marco de concreto de formato trapezoidal, localizado junto a crista do talude, a beira do Rio Taquari, ao lado da escada de acesso às réguas e a edificação de Porto de Estrela. | | | | | |
| Origem do Plano Topográfico: Teve como base a coordenada UTM do Marco SP-04. | | | | | |
| N= 6.739.150,6480 | | E= 406.669,8640 | | Altitude Geométrica= 25,8055 | |
| | | | | | |
| | Operador | Processamento | | Revisão | |
| Nome: | Sérgio | PPP – IBGE | | Sérgio | |
| Data: | 13/11/2013 | 22/02/2014 | | 22/02/2014 | |
| Legenda: Lat=Latitude, Long=Longitude, MC=Meridiano Central, C=Convergência Meridiana, K=Fator de Escala | | | | | |

APÊNDICE X – Relatório de Poligonal dos pontos coletados na Arla e CEAT processados no *Software* Posição.

| CADASTRE O NOME DE SUA EMPRESA | | | | Data: 04/12/2014 Página 1 de 1 | | | |
|---|--------------|--------------|-----------|--------------------------------|------------|--------|-----------|
| RELATÓRIO DE POLIGONAL | | | | | | | |
| Cliente: Obra: Município: Estado: Local: Arquivo: C:\Users\BIOTIC\Desktop\TCC\Nova pasta\tcc levantamento 1\TCC4-OBSERV.cad POLIGONAL: Aberta CÁLCULO: Topográfico Método de Ajustamento: Projeções das Abcissas Método de Distribuição do erro Angular: Inv. proporcional às distâncias | | | | | | | |
| ESTAÇÃO | ÂNGULO HORIZ | AZIMUTE | DISTÂNCIA | COORD.NORTE | COORD.ESTE | COTA | DESCRIÇÃO |
| E0 | | 180°00'00.0" | | | | | |
| E1 | 337°21'01.0" | 337°21'01.0" | 152.709 | 5000.000 | 1000.000 | 26.103 | |
| E2 | 75°26'01.0" | 232°47'02.0" | 382.171 | 5140.931 | 941.192 | 24.140 | ESTACAO |
| E3 | 266°23'17.0" | 319°10'19.0" | 81.027 | 4909.785 | 636.846 | 31.938 | ESTACAO |
| E4 | 174°35'13.0" | 313°45'32.0" | 211.830 | 4971.097 | 583.871 | 29.195 | ESTACAO |
| E5 | 98°50'49.0" | 232°36'21.0" | 228.865 | 5117.603 | 430.876 | 21.607 | ESTACAO |
| E6 | 90°07'36.0" | 142°43'57.0" | 61.835 | 4978.615 | 249.048 | 19.680 | ESTACAO |
| E7 | 179°39'28.0" | 142°23'25.0" | 44.951 | 4929.406 | 286.491 | 20.304 | ESTACAO |
| E8 | 352°59'03.0" | 315°22'28.0" | 107.513 | 4893.796 | 313.924 | 22.305 | ESTACAO |
| E9 | 97°04'02.0" | 232°26'30.0" | 168.799 | 4970.314 | 238.400 | 19.724 | ESTACAO |
| E10 | 263°21'05.0" | 315°47'35.0" | 139.148 | 4867.419 | 104.587 | 21.597 | ESTACAO |
| E11 | 116°41'09.0" | 252°28'44.0" | 68.776 | 4967.165 | 7.566 | 25.139 | ESTACAO |
| E12 | 280°38'53.0" | 353°07'37.0" | 5.038 | 4946.459 | -58.020 | 23.747 | ESTACAO |
| E13 | | | | 4951.461 | -58.622 | 23.739 | ESTACAO |

APÊNDICE ZA – Relatório de Irradiações dos pontos coletados na Arla e CEAT processados no *Software* Posição.

| CADASTRE O NOME DE SUA EMPRESA | | | | Data: 04/12/2014 Página 1 de 1 | | | | |
|--|--------------|-----------|------------|--------------------------------|-----------|-------------|------------|--------|
| RELATÓRIO DE IRRADIAÇÕES | | | | | | | | |
| Cliente: Obra: Município: Estado: Local: Arquivo: C:\Users\BIOTIC\Desktop\TCC\Nova pasta\tcc levantamento 1\TCC4-OBSERV.cad CÁLCULO: Topográfico | | | | | | | | |
| ESTAÇÃO | PONTO VISADO | DESCRIÇÃO | ÂNGULO.HZ | AZIMUTE | DISTÂNCIA | COORD.NORTE | COORD.ESTE | COTA |
| E1 | RE | | 352°59'10" | 352°59'10" | 8.552 | 5008.488 | 998.956 | 25.491 |
| E8 | 1 | | 248°14'46" | 210°38'11" | 24.734 | 4872.514 | 301.320 | 23.151 |
| E8 | 2 | | 248°10'28" | 210°33'53" | 26.041 | 4871.373 | 300.682 | 23.463 |
| E8 | 3 | | 248°06'38" | 210°30'03" | 25.973 | 4871.417 | 300.742 | 23.765 |
| E8 | 4 | | 248°08'00" | 210°31'25" | 25.997 | 4871.402 | 300.721 | 24.075 |
| E8 | 5 | | 248°07'56" | 210°31'21" | 25.995 | 4871.403 | 300.722 | 24.745 |
| E8 | 6 | | 248°09'51" | 210°33'16" | 25.988 | 4871.416 | 300.713 | 25.474 |
| E8 | 7 | | 248°10'01" | 210°33'26" | 26.020 | 4871.389 | 300.695 | 25.877 |
| E8 | 8 | | 248°09'09" | 210°32'34" | 25.994 | 4871.409 | 300.715 | 26.230 |
| E8 | 9 | | 248°09'36" | 210°33'01" | 25.992 | 4871.412 | 300.712 | 26.530 |
| E12 | 10 | | 94°12'31" | 166°41'15" | 22.696 | 4924.373 | -52.793 | 24.741 |
| E12 | 11 | | 94°12'57" | 166°41'41" | 22.705 | 4924.364 | -52.794 | 25.084 |
| E12 | 12 | | 94°10'41" | 166°39'25" | 22.668 | 4924.403 | -52.788 | 25.474 |
| E12 | 13 | | 94°10'42" | 166°39'26" | 22.678 | 4924.393 | -52.786 | 26.075 |
| E12 | 14 | | 94°10'42" | 166°39'26" | 22.679 | 4924.392 | -52.786 | 26.159 |
| E12 | 15 | | 94°07'55" | 166°36'39" | 22.628 | 4924.446 | -52.780 | 26.776 |
| E12 | 16 | | 94°07'59" | 166°36'43" | 22.634 | 4924.440 | -52.779 | 27.076 |
| E12 | 17 | | 94°08'49" | 166°37'33" | 22.649 | 4924.425 | -52.781 | 27.209 |
| E12 | 18 | | 94°08'49" | 166°37'33" | 22.653 | 4924.421 | -52.780 | 27.348 |
| E12 | 19 | | 94°07'46" | 166°36'30" | 22.637 | 4924.438 | -52.777 | 26.541 |

APÊNDICE ZB – Relatório de Irradiações e Poligonal dos pontos coletados no Genes e na RNM01 processados no *Software* Posição.

| CADASTRE O NOME DE SUA EMPRESA | | | | Data: 04/12/2014 Página 1 de 1 | | | | |
|--|--------------|-----------|------------|--------------------------------|-----------|-------------|------------|--------|
| RELATÓRIO DE IRRADIAÇÕES | | | | | | | | |
| Cliente: Obra: Município: Estado: Local: Arquivo: C:\Users\BIOTIC\Desktop\TCC\Nova pasta\LEVANTAMENTO TCC 2\TCC2-OBSERV.cad CÁLCULO: Topográfico | | | | | | | | |
| ESTAÇÃO | PONTO VISADO | DESCRIÇÃO | ÂNGULO.HZ | AZIMUTE | DISTÂNCIA | COORD.NORTE | COORD.ESTE | COTA |
| E3 | Genes | | 57°30'27" | 265°59'11" | 28.176 | 5577.538 | 1370.787 | 24.329 |
| E7 | RNM01 | | 114°53'50" | 334°10'38" | 4.999 | 6024.514 | 1720.647 | 46.052 |

| CADASTRE O NOME DE SUA EMPRESA | | | | Data: 04/12/2014 Página 1 de 1 | | | | |
|---|--------------|--------------|-----------|--------------------------------|------------|--------|-----------|--|
| RELATÓRIO DE POLIGONAL | | | | | | | | |
| Cliente: Obra: Município: Estado: Local: Arquivo: C:\Users\BIOTIC\Desktop\TCC\Nova pasta\LEVANTAMENTO TCC 2\TCC2-OBSERV.cad POLIGONAL: Aberta CÁLCULO: Topográfico Método de Ajustamento: Projeções das Abcissas Método de Distribuição do erro Angular: Inv. proporcional às distâncias | | | | | | | | |
| ESTAÇÃO | ÂNGULO HORIZ | AZIMUTE | DISTÂNCIA | COORD.NORTE | COORD.ESTE | COTA | DESCRIÇÃO | |
| R1 | | 180°00'00.0" | | | | | | |
| E1 | 36°04'37.0" | 36°04'37.0" | 561.890 | 5000.000 | 1000.000 | 26.103 | | |
| E2 | 172°24'07.0" | 28°28'44.0" | 142.635 | 5454.135 | 1330.881 | 31.352 | ESTACAO | |
| E3 | 197°02'33.0" | 45°31'17.0" | 93.648 | 5579.510 | 1398.894 | 27.226 | ESTACAO | |
| E4 | 170°38'18.0" | 36°09'35.0" | 86.455 | 5645.124 | 1465.713 | 30.803 | ESTACAO | |
| E5 | 173°53'03.0" | 30°02'38.0" | 209.474 | 5714.925 | 1516.725 | 33.877 | ESTACAO | |
| E6 | 189°14'10.0" | 39°16'48.0" | 159.883 | 5896.254 | 1621.601 | 38.248 | ESTACAO | |
| E7 | 156°36'55.0" | 15°53'43.0" | 10.111 | 6020.014 | 1722.824 | 46.015 | ESTACAO | |
| E8 | | | | 6029.738 | 1725.593 | 46.153 | ESTACAO | |