



Revista Brasileira de Cartografia (2014) N^o 66/5: 1067-1073
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DO DIVISOR DE DRENAGENS ENTRE O ARROIO CHUÍ E O ARROIO PASTOREIO, REGIÃO SUL DO RIO GRANDE DO SUL

Method for Identification of Splitter Drains between the Arroio Chuí and the Arroio Pastoreio, Southern Rio Grande do Sul

**Rafael Mastracusa de Oliveira; Ricardo Augusto Lengler Franchini;
Andrea Lopes Iescheck & Ricardo Noberto Ayup Zouain**

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Programa de Pós-Graduação em Geociências - Departamento de Geodésia/IGEO
Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS.
{rafael.mastracusa, ricardo.franchini, andrea.iescheck, ricardo.ayup}@ufrgs.br

Recebido em 08 de Janeiro, 2014/ Aceito em 23 de Abril, 2014
Received on January 08, 2014/ Accepted on April 23, 2014

RESUMO

Focando uma análise detalhada das características geomorfológicas e morfométricas da microbacia do arroio Chuí, a identificação da nascente deste sistema de drenagem se torna necessária ao passo que é um importante ponto limítrofe com o sistema de drenagem adjacente do arroio Pastoreio, no sul do estado do Rio Grande do Sul. A identificação da região da nascente se deu através de técnicas de sensoriamento remoto por observações em imagens de satélite Landsat 5 TM e posterior observação *in loco* dos fluxos de drenagem. Em campo foi realizado levantamento topográfico convencional, com estação total, estabelecendo-se um posicionamento orbital como referência geodésica aos vértices de controle através de receptores GNSS de dupla frequência. Este levantamento de campo foi realizado para fins de melhor leitura da topografia da área e identificação do divisor de águas em ambiente computacional. Em laboratório, foram tratados e refinados os dados coletados em campo para o processamento final. Este processamento ocorreu através de correlação das cotas altimétricas, utilizando-se os métodos de interpolação *triangulation irregular network* (TIN) e *kriging* (krigagem), os quais evidenciaram suavemente a morfologia, destacando o limite superior dos sistemas de drenagem e estabelecendo o ponto divisor de águas. Os modelos tridimensionais gerados pelas interpolações definiram um ponto nas coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) E=307125,747 m e N= 6318075,243m, fuso 22 sul, com uma cota altimétrica acima de 16,5m mostrados em uma seção transversal neste trabalho. Os referidos métodos de interpolação dos dados altimétricos mostraram-se eficazes na caracterização topográfica da área do levantamento, definindo-se de maneira precisa a localização da região da nascente e proporcionando subsídios à melhor caracterização morfométrica da microbacia do arroio Chuí, aperfeiçoando e aprimorando o manejo dos recursos naturais dispostos.

Palavras-Chave: Sensoriamento Remoto, Modelagem de Bacias, Morfometria, SIG.

ABSTRACT

Focusing on a detailed analysis of geomorphological and morphometric characteristics of the Chuí basin, identifying the source of this drainage system becomes necessary while it is an important boundary point with the drainage system adjacent Arroio Pastoreio in the southern state of Rio Grande do Sul. The identification of the source region occurred

through techniques of remote sensing observations in satellite images of LANDSAT 5 TM and subsequent observation of drainage flows. In fieldwork experiments were conducted with conventional Total Station surveying settling an orbital position as the geodetic control vertices using geodetic GPS device reference. This field survey was conducted to gain a better reading of the topography of the area and identifying the watershed in computer. In the laboratory, were treated and refined data collected in the field for final processing. This process occurred through interpolation of the elevations of the points using the methods of triangulation irregular network (TIN) and *kriging*, which gently showed the morphology, highlighting the upper limit of the drainage systems and setting the dividing point of water. Three-dimensional models generated by interpolations defined a point at the UTM (Universal Transverse Mercator) coordinates 307125.747m E and 6318075.243m N, zone 22 south, with an altimetry over 16.5 m in a cross section shown in this work. Such methods of interpolation of altimeter data were effective in the topographic characterization of the survey area, defining precisely the location of the source region, providing subsidies to the best morphometric characterization of the watershed of the Arroio Chuí, resulting in improvement and enhancement of the management of natural resources.

Key-words: Remote Sensing; Modeling Basins, Morphometry, GIS.

1. INTRODUÇÃO

A análise de redes hidrográficas deve levar à compreensão de numerosas questões geomorfológicas, pois os cursos d'água constituem os processos morfogenéticos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre (Christofolletti, 1981).

A partir desta definição, caracterizações morfométricas e morfológicas de uma bacia de drenagem são os mais comuns e importantes procedimentos executados em análises ambientais regionais, tendo como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental em que está inserida. O manejo e modelagem de bacias de drenagem requer o conhecimento específico de suas características físicas, como forma e dinâmica climática e evolutiva, sendo imprescindível a correta interpretação das estruturas geológicas e das feições geomorfológicas envolvidas na sua área de abrangência.

Parâmetro como a morfometria de uma bacia hidrográfica permite revelar indicadores físicos específicos para um determinado local de forma a atribuir uma diferenciação qualitativa ao ambiente (Teodoro *et al.*, 2007).

A análise da morfometria de uma bacia de drenagem implica no conhecimento das dimensões reais do sistema. Netto (2008), baseando-se nos trabalhos clássicos de Chorley (1962) e Gregory e Walling (1973), destaca a importância de fatores intrínsecos, onde uma variável tem influência direta na dinâmica de todo o sistema.

Dentro deste contexto, o conhecimento de divisores de águas é imprescindível para a realização de análises morfométricas de bacias de drenagem.

A partir destas definições, o presente trabalho tem como foco principal a identificação e localização do divisor de águas dos sistemas de drenagem dos arroios Chuí e Pastoreio no sul do estado do Rio Grande do Sul (figura 1), com a finalidade de estabelecer o limite de ambos os sistemas e, em outro momento, definir as reais dimensões destas bacias de drenagem.

Para tanto, é importante destacar brevemente as características geológicas e geomorfológicas da região sul do estado em nível de meso-escala.

Soliani Jr. (1973), baseado nas descrições pioneiras de Delaney (1965), caracteriza a região por uma extensa planície costeira, definida primeiramente como uma sequência de depósitos sedimentares com sua gênese ligada aos eventos oscilatórios do nível do mar ao longo do período Quaternário, estando bem preservados registros dos últimos 325 mil anos. Estas características definem relevos suavizados para a região, com uma topografia regular e mais plana.

Portanto, ambos os sistemas de drenagem estão inseridos em um ambiente de baixo relevo e de topografia suavizada, o que dita a este trabalho, mais alto grau de dificuldade na obtenção dos dados para o seu objetivo final.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A execução deste trabalho envolveu 3 etapas: aquisição de imagens de satélite; trabalho

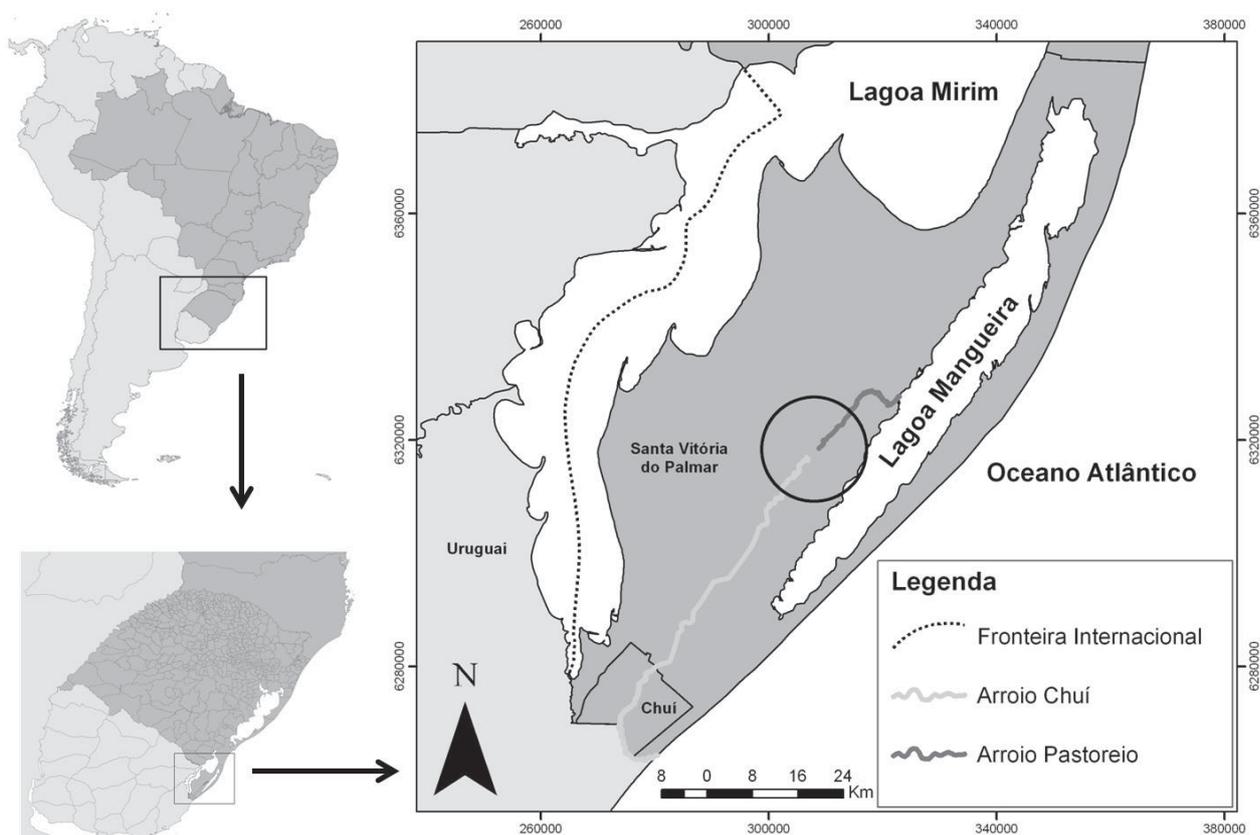


Fig. 1 - Localização da área de estudo na região sul do estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

de campo para realização de levantamento topográfico; e processamento dos dados obtidos no levantamento em campo a partir de métodos de interpolação em programas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

A primeira etapa foi direcionada a aquisição de uma imagem do satélite Landsat 5 sensor TM órbita 222 e ponto 083, da data de 13/10/2009 obtidas no portal do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). A imagem foi utilizada como auxílio à pré-definição da área do divisor de águas dos sistemas de drenagem delimitando o banhado e definindo as principais estradas e vias de acesso para o estabelecimento do levantamento de campo.

Para a identificação dos alvos, foram realizadas composições de imagens das bandas 3, 2 e 1 na escala RGB, criando-se uma composição colorida da banda do visível. Esta composição se adéqua às necessidades do trabalho, incluindo a identificação e o dimensionamento do banhado Canelões (gerador dos arroios Chuí e Pastoreio), e a identificação das vias de acesso a esta área para se estabelecer o levantamento em campo.

Na etapa de campo foi realizado levantamento topográfico na região pré-estabelecida do divisor de águas dos sistemas de drenagem. Junto ao levantamento convencional, foi atribuído um apoio geodésico para posicionamento orbital através de amarração em sistemas GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) como um referencial global aos pontos coletados. Esta inserção de referencial geodésico ao levantamento foi realizada através do uso de receptor GNSS de dupla frequência, Topcon Hiper Lite, posicionado sobre os vértices de controle, atribuindo-se dessa forma uma referência espacial aos vértices e transferindo-a aos demais pontos coletados, proporcionando a correta espacialização dos pontos ao final do mapeamento.

A etapa seguinte foi destinada ao processamento, refinamento e modelagem dos dados obtidos no levantamento de campo. A partir dos dados registrados no levantamento topográfico, foram estes analisados e interpolados através dos métodos TIN (*Triangulated Irregular Network*) e *kriging*, para melhor apreciação da morfologia

local, evidenciando ao final, o ponto do divisor de águas do sistema Chuí-Pastoreio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A definição da região do divisor de drenagens partiu, em um primeiro momento, de análise detalhada das imagens de satélite para reconhecimento do banhado onde possivelmente haveria baixo fluxo de drenagem e das principais vias de acesso para fins de planejamento do levantamento de campo. Localizando-se o grande banhado, definiu-se o local para observação pontual e averiguação da área a ser detalhada.

A partir do conhecimento da resposta espectral da água, foi definida a área do banhado Canelões, gerador dos sistemas de drenagem na região. As colorações verde-escuro destacam

bem as dimensões do banhado, contrastando com as linhas de colorações muito claras das estradas de terra.

Posteriormente em campo, foi obedecido ao critério de observação *in loco* da direção dos fluxos de drenagem. A identificação do local de fluxo inexistente de drenagem definiu a área a ser levantada topograficamente para fins de melhor averiguação das suaves feições. Assim, definiu-se o ponto exato do divisor de águas para os sistemas de drenagem (figura 2).

A partir do processamento e modelagem dos dados adquiridos no levantamento topográfico ao longo da área do divisor de águas, foram realizadas interpolações das cotas altimétricas através de dois métodos: métodos TIN e *kriging*. Ambos os métodos possibilitaram a

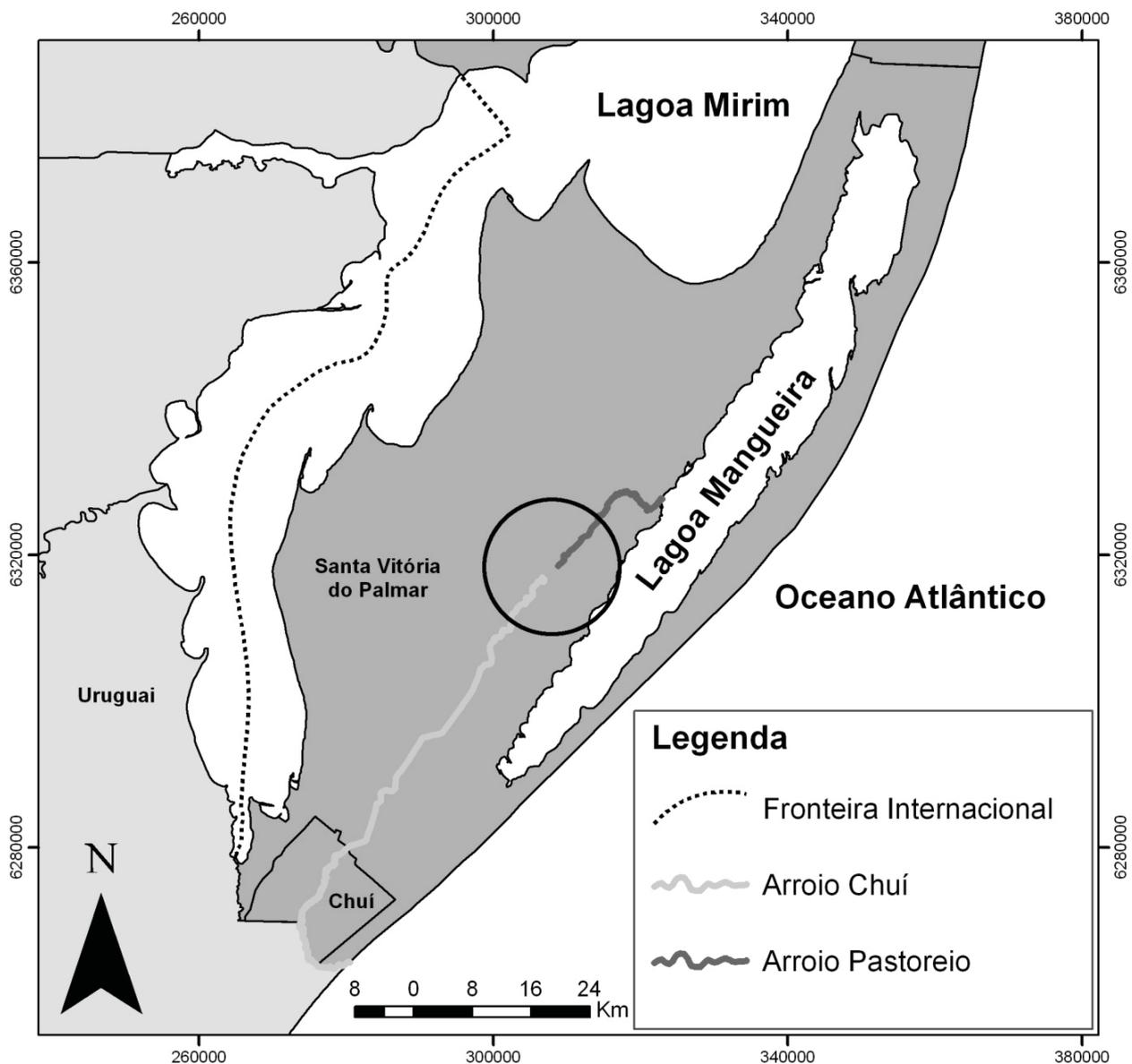


Fig. 2 - Definição da área do levantamento topográfico na localidade de Árvore Só, no município de Santa Vitória do Palmar - RS.

demonstração dos acidentes topográficos associados aos sistemas de drenagem, os quais definem uma suave variação do terreno determinante para a divisão dos fluxos.

Iescheck *et al.* (2008) definem métodos de interpolação como funções matemáticas que estimam valores em locais onde não existem valores medidos. A interpolação espacial, portanto, assume que os atributos dos dados são contínuos e espacialmente dependentes. Estas considerações permitem o desenvolvimento dos métodos de interpolação espacial.

Partindo-se deste conhecimento, Sousa *et al.* (2008) caracterizam o método TIN com base na premissa de que toda uma superfície detém atribuições tridimensionais, sendo então interligados todos os pontos coletados de forma que o modelo seja caracterizado por uma sucessão de triângulos em sua superfície.

Já a *krigagem* é um método geoestatístico que se baseia na autocorrelação espacial. A superfície gerada é a realização de uma função aleatória com uma determinada covariância espacial (Iescheck *et al.*, 2008).

A interpolação dos pontos cotados permitiu a identificação do limite morfológico superior dos sistemas de drenagem dos arroios Chuí e Pastoreio através da atribuição dos valores encontrados pelos modelos TIN e *kriging*.

O modelo tridimensional gerado através da interpolação pelo método TIN destaca de forma mais explícita e abrupta as variações topográficas na área. No modelo ilustrado pela figura 3, observa-se um ponto convergente da morfologia na porção sul do levantamento, destacando de forma mais simples a localização do divisor de águas.

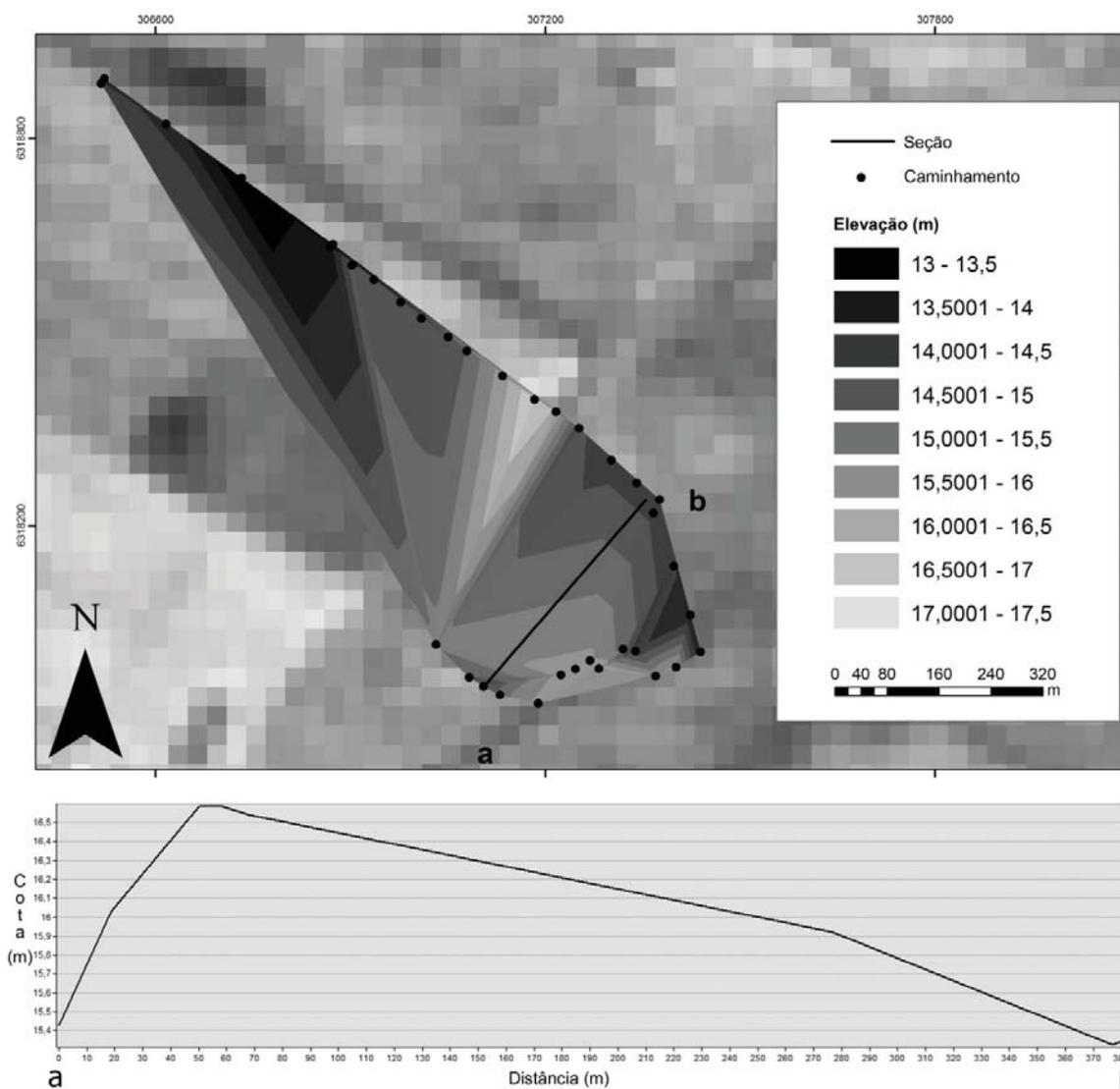


Fig. 3 - Interpolação das cotas altimétricas pelo método TIN a partir dos pontos adquiridos em campo representando as variações altimétrica para a determinação do divisor de águas.

Sobre o modelo tridimensional gerado pelo método TIN, foi traçada uma seção transversal “a-b” para melhor interpretação das variações altimétricas no ponto de convergência de cristas da morfologia da área.

Esta seção transversal ilustrada na figura 3 mostra-se perpendicular ao alinhamento de uma crista no banhado, definindo o setor onde há a separação dos fluxos das drenagens.

Em uma primeira interpretação da seção transversal, já é possível identificar o divisor de drenagens dos arroios Chuí e Pastoreio. Observa-se uma faixa de aproximadamente 10m com cotas altimétricas acima de 16,5m, localizada entre duas cristas da zona seca na área gerada

pela interpolação.

Confirmando-se esta hipótese, expressa-se este mesmo ponto através do modelo tridimensional gerado pelo método da *kriging* junto a uma seção transversal “a-b”, como apresentado na figura 4.

O método de interpolação *kriging* representou a morfologia da área de forma semelhante ao método de interpolação TIN, porém, com maior suavização na interação entre os pontos, proporcionando uma representação da morfologia do terreno mais aproximada da realidade.

A partir da interpretação da seção transversal “a-b” é possível se observar uma variação muito tênue da morfologia da área. As

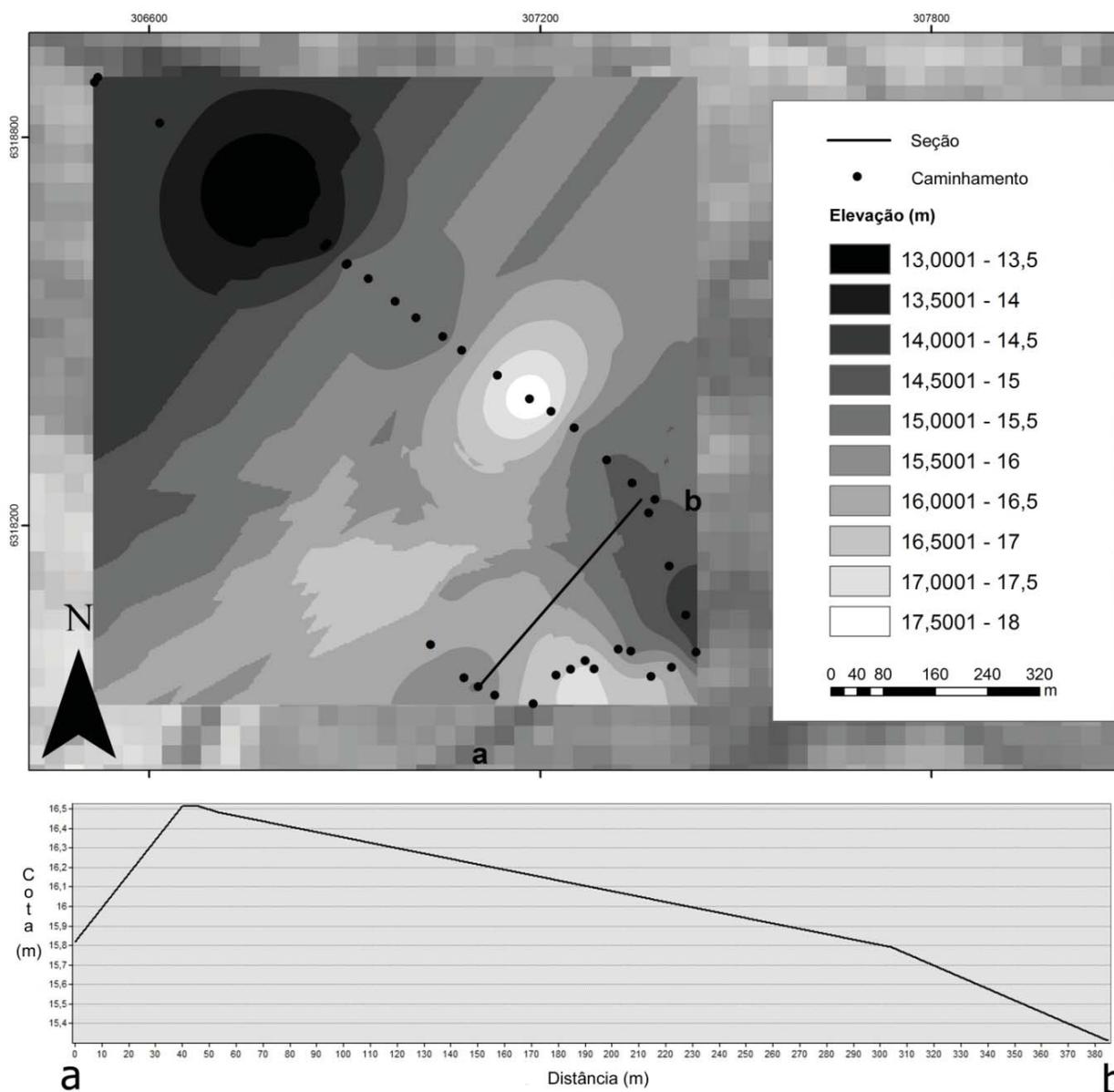


Fig. 4 - Interpolação das cotas altimétricas pelo método *kriging* representando a suave topografia e indicando o divisor de águas dos arroios Chuí e Pastoreio.

formas representadas no perfil foram melhor visualizadas aplicando-se um exagero vertical em escala 1:100 de forma a se expressar mais nitidamente.

Em uma faixa de aproximadamente 15m são encontradas cotas altimétricas superiores a 16,6m, conforme observado nesta representação tridimensional, definindo-se o ponto limítrofe ideal entre os sistemas de drenagem dos arroios Chuí e Pastoreio.

Neste modelo tridimensional foi definida a seção “a-b” assim como no modelo gerado pelo interpolador TIN, destacando-se o mesmo ponto limítrofe das drenagens em uma pequena crista.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho pretendeu evidenciar e estabelecer o ponto divisor de drenagens dos arroios Chuí e Pastoreio através de métodos de modelagem tridimensional por interpolação de cotas altimétricas, os quais inferem maior precisão nos resultados.

A partir da identificação deste divisor de drenagens, e consequente definição da nascente do arroio Chuí, é possível se estabelecer as reais dimensões da sua microbacia, proporcionando uma análise morfométrica deste sistema de drenagem com maior precisão.

Os métodos de interpolação utilizados mostraram-se eficientes na modelagem e refinamento de dados tridimensionais, e na aquisição de resultados coerentes para a melhor caracterização do sistema de drenagem, proporcionando, dessa forma, maior precisão na delimitação da microbacia, servindo de subsídio para o melhor manejo e gestão de seus recursos naturais.

REFERÊNCIAS

CHORLEY, R. J. 1962. **Geomorphology and the general systems theory**. U.S. Geology Survey Prof. 500-B: 10p.

CHRISTOFOLETTI, A. 1981. **Geomorfologia**

Fluvial. São Paulo: Edgard Blücher, 312p.

DELANEY, P. J. V. 1965. **Fisiografia e geologia da superfície da planície costeira do Rio Grande do Sul**. Publicação especial da Escola de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 6:1-195.

GREGORY, K. J. e WALLING, D. E. 1973. **Drainage basin form and processes: a geomorphological approach**. John Wiley & Sons, Inc., 456p.

IESCHECK, A. L.; SLUTER, C. R.; AYUP-ZOUAIN, R. N. 2008. Interpolação qualitativa de dados espaciais. **Boletim de Ciências Geodésicas. Curitiba**: 18p. Volume 14, nº 4. ISSN 1413-4853.

NETTO, A. L. C. 2008. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 93-148p.

SOLIANI JR., E. 1973. **Geologia da região de Santa Vitória do Palmar, RS, e posição estratigráfica dos fósseis mamíferos pleistocênicos**. Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS. Dissertação de Mestrado. 88p.

SOUSA, G. M.; SOUZA, L. G.; COURA, P. H. F.; FERNANDES, M. C.; MENEZES, P. M. L. 2008. Métodos para geração de modelos digitais de elevação para o maciço da pedra branca, RJ: um estudo comparativo. **II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife: 8p.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. 2007. **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local**. Revista Uniara, nº 20. Araraquara: 11p. ISSN 1415-3580