

CONSTRUÇÃO DE UM MDT COM EMPREGO DO GPS

LEONARDO CASTRO DE OLIVEIRA

LUIZ FELIPE FERREIRA

Instituto Militar de Engenharia - IME
Departamento de Engenharia Cartográfica - DE/6
Pça Gen. Tiburcio 80 - Praia Vermelha
22290.270 - Rio de Janeiro
Tel : (021) 542-3598
E_mail : leonardo@aquarius.ime.eb.br

RENÉ ARMANDO ZEPEDA GODOY

RUBENS ESTEVES KENUP

Ambriex S.A.
Rua São Januário, 116 - São Cristóvão
20921.000 - Rio de Janeiro
Tel: (021) 580-5959

ABSTRACT

The present paper describe an experiment about construction of a Digital Terrain Model with GPS. The surveying was made in the continuous mode. The imediate aim is to verify practical viability of this kind of altimetric modelling. The experiment was carried out in a Rio de Janeiro's district with nervous topography, along it's streets. This paper presents some operational characteristics and some results.

RESUMO

O presente trabalho descreve um experimento de construção de um Modelo Digital de Terreno com emprego de rastreadores GPS operando em modo de navegação - rastreamento contínuo. O objetivo imediato é verificar a eficiência prática deste tipo de levantamento para modelagem altimétrica. O experimento foi realizado em bairro da cidade do Rio de Janeiro com topografia acentuada e conduzido ao longo das vias públicas de modo a formar uma malha. São apresentadas as características operacionais do levantamento e o produto final gerado.

1 - INTRODUÇÃO

Qualquer que seja a atividade desenvolvida pelo Homem, esta de qualquer natureza, prescinde, cada vez mais, de uma confiável base de dados. Entretanto, esta base de dados - fator fundamental para o sucesso do objetivo - nem sempre se encontra disponível adequadamente. Uma base de dados desatualizada, incompleta quanto ao seu conteúdo, falha no aspecto qualidade, inconsistente quando consultada, estruturada deficientemente - conseqüentemente não permitindo acesso eficaz, entre outros pontos não menos importantes, se não impede a consecução do proposto, pode - de

maneira ainda pior - fazer perder toda a gama de recursos alocados ao seu desenvolvimento.

Em se tratando de administração pública, uma verdade que deve ser de todo evitada. Assim sendo, é de se esperar que o emprego de novas tecnologias seja uma constante, seja na busca do aperfeiçoamento as respostas que a sociedade necessita a solução dos seus problemas, bem como na justificação das ações empreendidas pelos governos.

Fundamentado nestes aspectos, é evidente que um universo significativo destes dados/informações tenham como atributo seu geo-referenciamento. Atualmente, fugir ao posicionamento geográfico - aqui no sentido de se tratar da superfície terrestre - empregando o sistema GPS é demonstrar total falta de conhecimento a respeito do assunto. O sistema tem suas peculiaridades quando de sua aplicação, não resolve por si só todas as questões. Por isso, embora haja uma certa evidência de que seu emprego é por demais simples, nunca é demais uma certa reserva durante a fase de escolha dos locais dos pontos; da coleta, processamento e análise dos dados; enfim, de todas as fases que incorporam um projeto de posicionamento por GPS.

Não é difícil de compreender que as novas tecnologias surgem, conseqüentemente, fruto do desenvolvimento das ciências básicas, bem como das ciências aplicadas. Deve ficar claro que, ao mesmo tempo que se mudam os procedimentos, também devem se alterar as expectativas quanto as repostas, ou seja: tem de haver uma evolução da cultura já sedimentada - o que nem sempre é tão simples !!! A Modelagem Digital se insere neste contexto perfeitamente. Devido ao alto custo na obtenção dos dados, bem como na impossibilidade de se ter uma amostra quantitativa e qualitativa capaz de por si só modelar toda uma dada realidade física de interesse, surge esta tecnologia como uma maneira de se poder trabalhar um determinado problema. Entretanto, é de suma importância o acompanhamento do que vem sendo desenvolvido nas várias atividades, por pessoal devidamente qualificado, de modo que o resultado não comprometa o processo como um todo.

2 - OBJETIVO

O principal objetivo do trabalho se resume em investigar a possibilidade de se construir um Modelo Digital de Terreno com as informações geradas diretamente de um levantamento GPS, isto é, coordenadas Latitude, Longitude e Altitude. O levantamento se desenvolve no modo diferencial, seguindo as ruas de um determinada região de modo que, mesmo não rigorosamente, configurem uma malha de pontos 3D.

3 - METODOLOGIA

A metodologia empregada será apresentada em itens, explicitados a seguir, de maneira a facilitar o entendimento de como o trabalho foi desenvolvido.

3.1 - Escolha da área

A área escolhida, dentro do perímetro urbano da cidade do Rio de Janeiro, apresenta uma topografia acidentada. Deste modo tentou-se minimizar tendências aos resultados, caso a região configurasse uma topografia suave.

Foi escolhido o bairro de Santa Teresa, por apresentar desníveis acentuados - o valor mínimo é da ordem de 6,0 metros, sendo que o valor máximo é da ordem de 280,0 metros. A distribuição da malha viária é compatível com a densidade esperada para o trabalho mostrando-se, desta forma, representativa - ver Figura 1.

3.2 - Levantamento GPS

O levantamento foi realizado utilizando-se um par de rastreadores da marca TRIMBLE, modelo PRO-XL, pertencentes ao Departamento de Engenharia Cartográfica do IME. Um dos equipamentos ficou fixo na estação de referência, situada na sede da empresa AMBRIEX S.A., bairro de São Cristóvão, gerenciado pelo programa Base Station. O segundo equipamento navegava a bordo de uma viatura pelas ruas escolhidas num planejamento feito a priori.

A técnica utilizada foi DGPS, pós-processado. A aquisição de pontos foi realizada com uma taxa de 1 segundo. O PDOP foi fixado em 20 para avaliações futuras do real limite operacional.

O levantamento desenvolvido não mostrou surpresas quanto ao bloqueio de sinais. Mesmo se tratando de uma área urbana, contendo um bom número de prédios e morros com altitudes significativas, o recobrimento alcançado, sem perda de sinal, foi da ordem de 90 %.

Não se pode afirmar o mesmo quanto ao problema dos efeitos de multi-caminhamento - estes ainda uma dúvida, bem como da influência da configuração orbital dos satélites utilizados para o cálculo das coordenadas. Na depuração feita a posteriori, notou-se comportamento discrepante de vários pontos, no sentido de apresentarem, inclusive, altitudes de valor negativo.

Foram eliminados 49 pontos que, nitidamente, discrepavam no contexto. Como exemplo, pode-se citar casos de altitude com valor 50,0 metros, em uma rua plana cujos demais pontos descritores apresentavam altitude média de 12 metros. Em vários casos similares o que chamou a atenção foi o fato dos mesmos apresentarem valores de PDOP dentro do preconizado pela bibliografia - 6,0. Este é um fato que deve ser motivo de reserva aos usuários do sistema, comprovando desta forma que o emprego do GPS se traduz mais do que um simples ligar de equipamento, ou um processamento eletrônico.

3.3 - Escolha do padrão para o relevo

A obtenção de um padrão de comparação confiável foi o ponto crucial do trabalho. Para tanto, tinha-se 2 alternativas !!! A primeira seria a geração de uma malha regular de pontos, empregando equipamento fotogramétrico e técnica de perfilagem, para posterior construção de um modelo digital. Esta opção se mostrou inviável, devido não somente ao custo, mas também a operacionalidade envolvida. A segunda alternativa diz respeito a obtenção de uma representação cartográfica plani-altimétrica, em escala compatível com o levantamento. Havia informações acerca de um mapeamento datado de 1976, sistema geodésico de Córrego Alegre, escala 1:10.000, com equidistância vertical de 5 m, armazenado tanto em forma analógica quanto digital. O mapeamento original fora realizado pela extinta FUNDREM - Fundação para Desenvolvimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - e a conversão ao meio digital pelo atual IPLANRIO - Instituto de Planejamento do Município do Rio de Janeiro, detentor dos dados. Por diversos motivos não foi possível a obtenção da base digital e, conseqüentemente, tornou-se impossível a consecução de uma avaliação quantitativa imparcial.

3.4 - Processamento dos dados GPS

Os dados coletados durante as 4 horas de navegação foram transferidos para um computador padrão IBM-PC 486 DX2 66 MHz, e processados com o software *Pathfinder*, versão 2.04.

As coordenadas derivadas, por estarem no sistema WGS 84, foram transformadas para o Sistema Geodésico pertinente ao padrão adotado para a avaliação - Córrego Alegre. Importante fato diz respeito a altitude, que terá de sofrer uma segunda transformação, qual seja, de geométrica para ortométrica.

As coordenadas tridimensionais, geradas em WGS-84, foram transformadas para o Sistema Geodésico SAD-69 com emprego dos parâmetros oficiais preconizados pelo IBGE. Por ser a área de dimensões reduzidas, foi obtido um Desnível Geoidal (N) médio - através da Mapa Geoidal do Brasil versão 1.0, do IBGE - igual a 3,31 metros, com diferença máxima de 0,03 metros. Devido ao documento cartográfico da área estar no Sistema Córrego Alegre, nova transformação de sistema se fez necessária. Neste caso houve necessidade de realizar uma aproximação devido a inexistência de uma Carta Geoidal para o sistema Córrego Alegre. As altitudes ortométricas foram consideradas como alturas elipsoidais para aplicação das equações de Molodenskii. Considerando que nesta última transformação interessava apenas o posicionamento bidimensional - comparação com o padrão -, e que a qualidade dos parâmetros é discutível (Ferreira et alli, 1995; Oliveira, 1995), não houve maiores implicações.

3.5 - Geração do Modelo Digital de Terreno

De posse do conjunto de pontos - cerca de 2500 - levantados pelo emprego do GPS, foi utilizado o programa SURFER para a geração do Modelo Digital de Terreno. Foi empregado o modelo de Triangulação com Interpolação Linear para a valorização das altitudes nos pontos pertencentes a malha regular.

3.6 - Avaliação dos resultados

A intenção era realizar uma avaliação numérica, que permitisse quantificar os desvios entre o modelo gerado pelo GPS e o padrão definido, como forma de subsidiar parâmetros qualitativos. Os pontos de teste seriam coincidentes com aqueles que compõem a malha usada na construção do modelo digital.

Como não foi possível disponibilizar os dados do IPLAN, a solução adotada ficou restrita a uma comparação visual sobre a base analógica convertida ao meio digital por processo de rasterização. Foi utilizado um scanner Sharp JX-610 Extra High Resolution, *full color*.

4 - CONCLUSÕES

Pela observação simultânea do MDT gerado - Figura 2 - e da base digital - Figura 3 - conclui-se, de imediato, que o ensaio apresentou resultados nada satisfatórios. Ao se fazer uma análise mais minuciosa percebe-se, claramente, que os resultados foram tão negativos, principalmente, por falta de dados !!! Não é difícil de entender: ao fazer o levantamento somente pelas ruas, informações vitais a uma modelagem de terreno não foram registradas, como por exemplo, o cume de diversos morros - ver Figuras 1 e 3.

Assim sendo, não existem condições de se imputar ao resultado negativo outras possíveis fontes de distorção, como por exemplo: a degradação sofrida pela base cartográfica pelo processo de digitalização; a própria precisão do documento disponível; as distorções absorvidas pelas coordenadas devido as várias transformações de sistemas geodésicos, entre outras.

Assim sendo, entende-se que a metodologia deve ser complementada no que diz respeito a coleta de dados, possivelmente através de processo fotogramétrico. Importante ressaltar que tanto o GPS como a Modelagem Digital são tecnologias importantes no contexto atual e futuro, sendo motivo de maiores experiências, isoladas ou em conjunto, com o objetivo de realmente emprega-las no desenvolvimento da sociedade como um todo.

5 - BIBLIOGRAFIA

FERREIRA, L.F.; OLIVEIRA, L.C. & PACILÉO NETTO, N. Compatibilização de Coordenadas com Mapas Existentes para Fins de Atualização Cartográfica. Metodologia e Resultados de um Ensaio na USP. São Paulo. Boletim Técnico do Departamento de Transportes da Escola Politécnica da USP. BT/PTR/11. 1995. 35 pp.

OLIVEIRA, L.C.; FERREIRA, L.F. & BLITZKOW, D. Um Estudo Particular sobre a Transformação SAD-69 / WGS-84. Salvador. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Cartografia. 30 de julho a 4 de agosto 1995.

TRIMBLE NAVIGATION. Manual dos receptores PRO-XL.

TRIMBLE NAVIGATION. Manual do Sistema PATHFINDER.

GOLDEN SOFTWARE. Manual dos programas SURFER e MAPVIEWER.

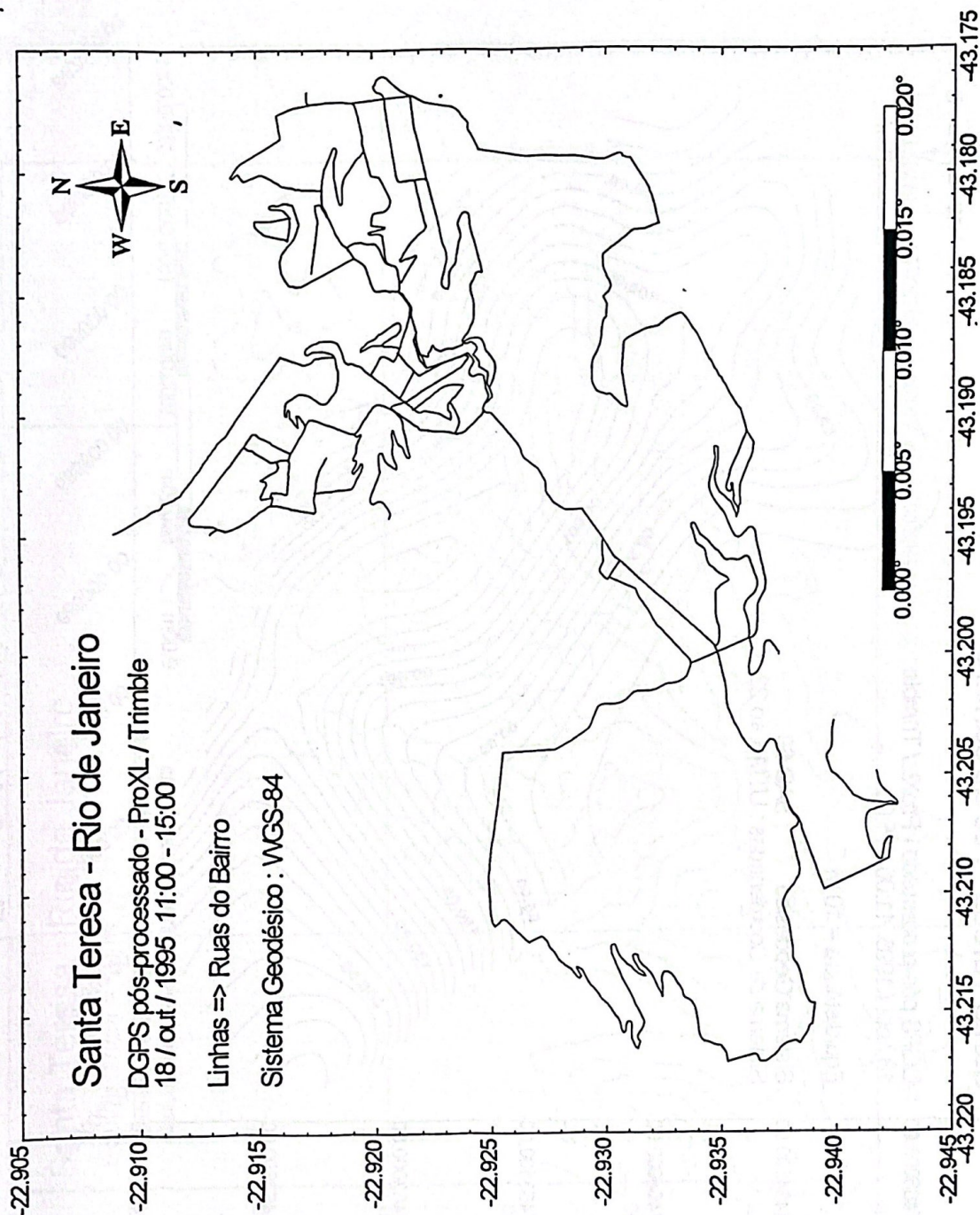


Figura 1 : Base Planimétrica obtida via GPS

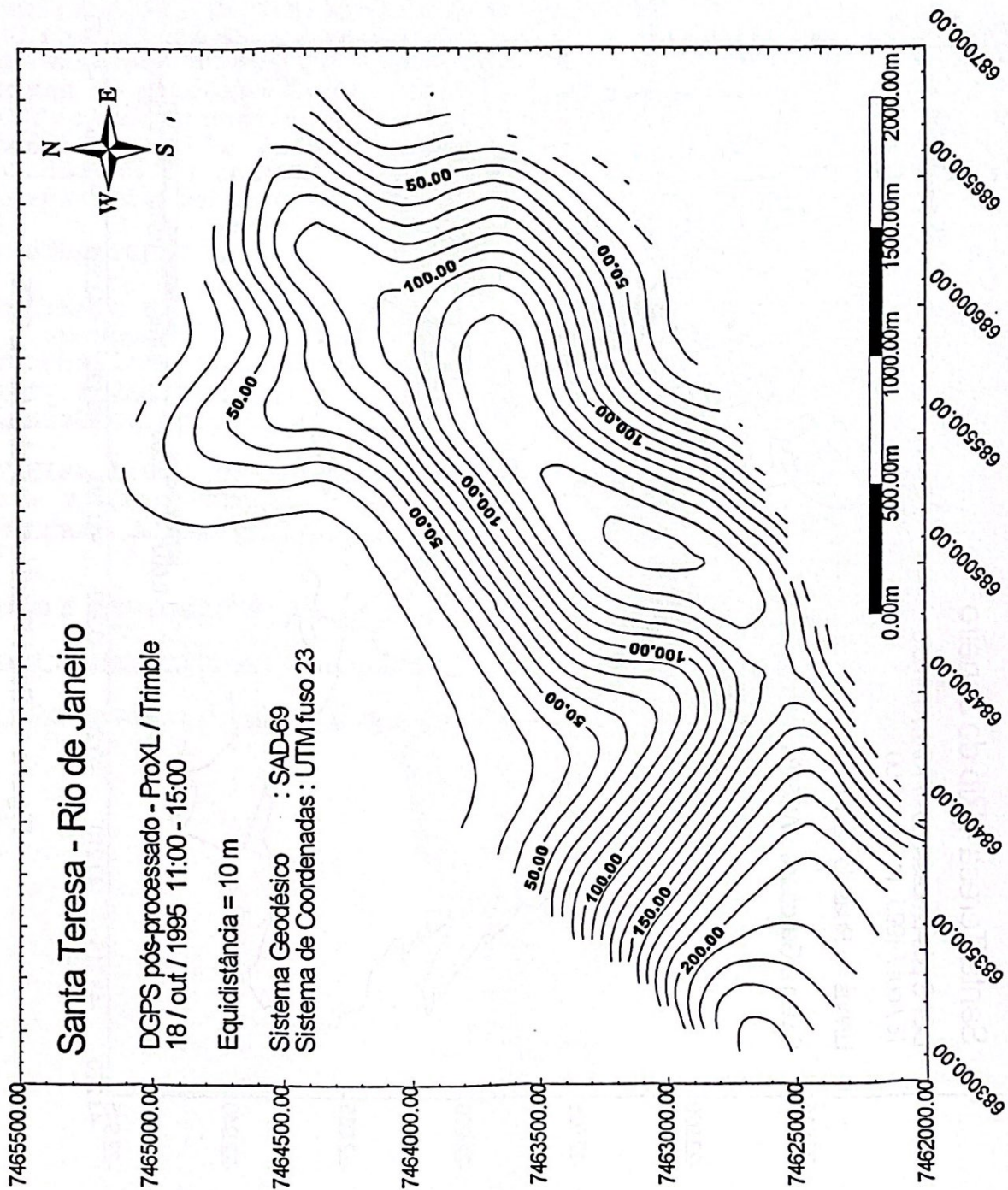


Figura 2 : Modelo Altimétrico gerado no Surfer

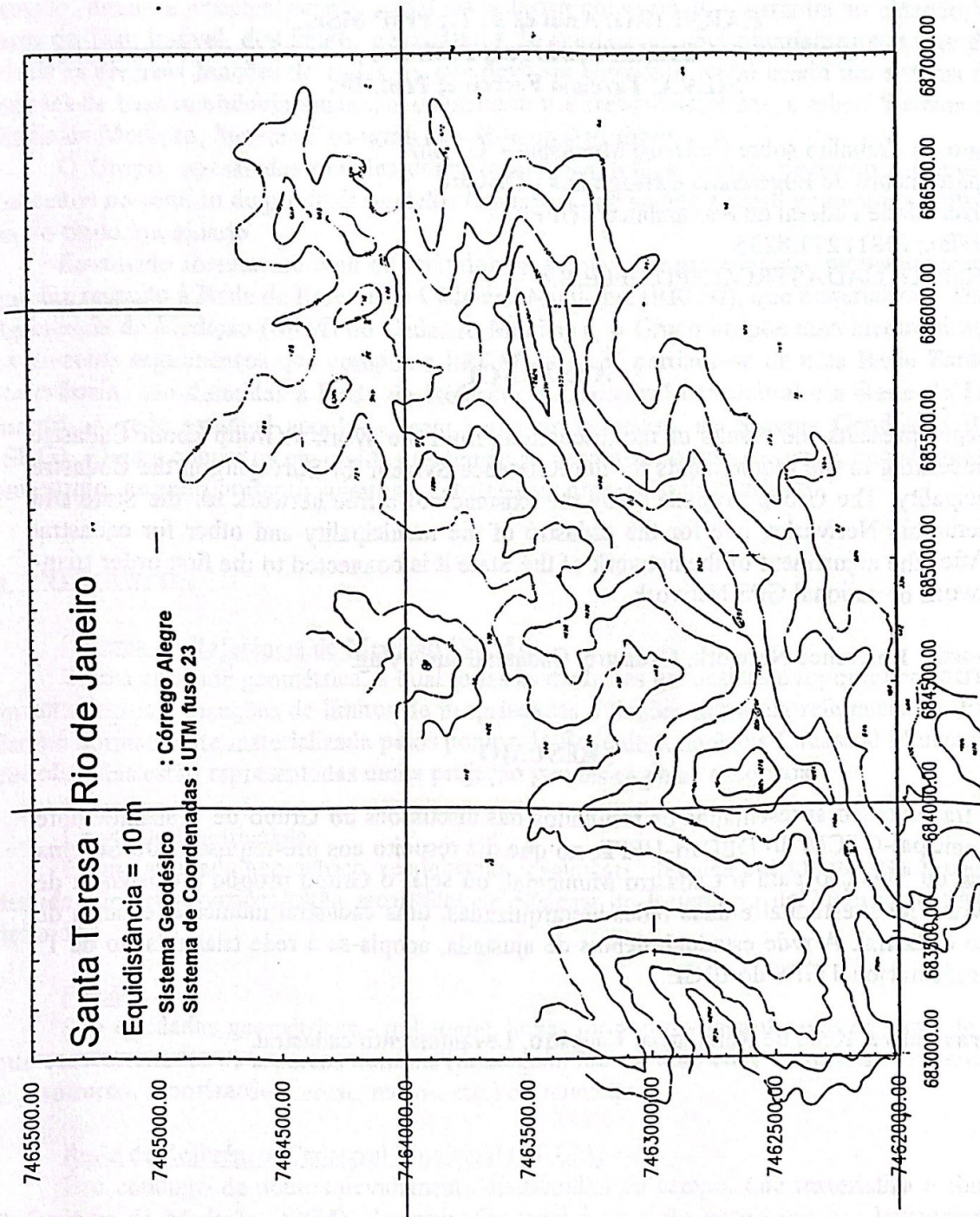


Figura 3 : Rasterização da Base Analógica