

TRANSFORMAÇÃO PROJETIVA EM CARTOGRAFIA DIGITAL

Tata Lacale Canal dos Santos ¹
Verônica Martins Goulart Lepore ²
Paulo Márcio Leal de Menezes ³

^{1,2,3} Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Departamento de Geografia – IGEO

¹ tlacale@uol.com.br ; ² velepore@yahoo.com.br

³ Laboratório de Cartografia – Geocart – pmenezes@acd.ufrj.br

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo mostrar os processos de transformação de projeções cartográficas aplicadas em mapas digitais. As projeções cartográficas são interligadas através do modelo terrestre estabelecido pelas coordenadas esféricas de latitude e longitude, bem como da figura geométrica da superfície terrestre (datum horizontal), elipsóide ou esfera. As coordenadas em um sistema de projeção serão sempre coordenadas planas (x,y), resultado da aplicação de uma função projetiva (projeção cartográfica) ao modelo tridimensional terrestre. O modelo matemático envolve as transformações de um sistema projetivo para o sistema terrestre, que por sua vez será transformado para o outro sistema projetivo. O trabalho apresenta como resultado prático um pequeno projeto que constou da digitalização de um mapa em meio analógico (papel) em projeção de Mercator. A partir da digitalização (como desenho), foi gerado um mapa digital em projeção de Mercator, que por sua vez sofreu a transformação para a projeção final de apresentação; a projeção UTM. Desta forma é possível associar para mapas digitais qualquer tipo de projeção cartográfica cujo modelo matemático seja conhecido.

Palavras-chave: Projeção cartográfica, Cartografia digital, Cartografia

PROJECTIVE TRANSFORMATION IN DIGITAL CARTOGRAPHY

ABSTRACT

This work has for objective to show the transformation processes applied to cartographic projections in digital maps. The cartographic projections are linked through the terrestrial model established by the spherical coordinates of latitude and longitude, as well of the terrestrial surface geometric figure (horizontal datum), ellipsoid or sphere. The coordinates in a projection system will be always plain coordinates (x,y), result of the projective function application (cartographic projection) to the terrestrial 3D model. The mathematical model involves the transformations of a projective system for the terrestrial system, that in turn will be transformed for the other projectivt system. The work presents as resulted practical a small project that consisted of the digitalization of a map in analogical way (paper) in Mercator projection. From the digitalization (as drawing), a digital map in Mercator projection was generated, that in turn suffered the transformation for the final projection presentation; UTM projection. Of this form it is possible to associate for digital maps any type of cartographic projection whose mathematical model is known.

Keywords: Cartographic projection, Digital cartography, Cartography

1. INTRODUÇÃO

1.1 – PROJEÇÃO CARTOGRAFICA

Uma projeção de mapa pode ser definida como sendo “qualquer representação sistemática de paralelos e meridianos retratando a superfície da Terra, ou parte dela, considerada em uma esfera ou esferóide, sobre um plano de referência”.

Toda projeção é uma forma de representação de coordenadas sobre um plano. Sendo assim, pode ser estabelecido que as projeções são transformações projetivas, que permitem transformar a superfície tridimensional da superfície terrestre em uma representação plana, ou seja, bidimensional.

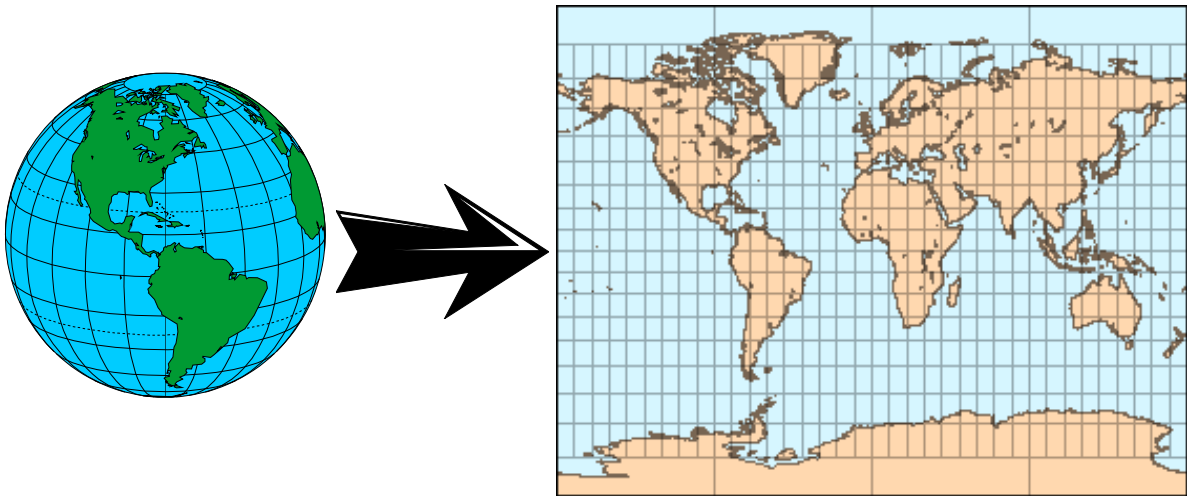


Figura 1 – Projeção Cartográfica (exemplo)
Fonte: Menezes (2000)

1.2 – DISTORÇÃO

O exame de um globo representativo da superfície terrestre mostra que a mesma não pode ser transformada em um plano sem que uma deformação seja aplicada. As distorções ou deformações são proporcionais ao tamanho da área representada, e terão características próprias segundo a forma de relacionamento entre a superfície terrestre e a representação plana correspondente, caracterizando a projeção adotada. A distorção será nula nos pontos tangentes à superfície terrestre, e tende a crescer a medida que se aproxima das bordas do mapa. Cada projeção terá um grau de distorção, cabendo ao usuário, dependendo da finalidade do estudo, definir qual projeção tem a distorção que menos irá interferir nos seus objetivos.

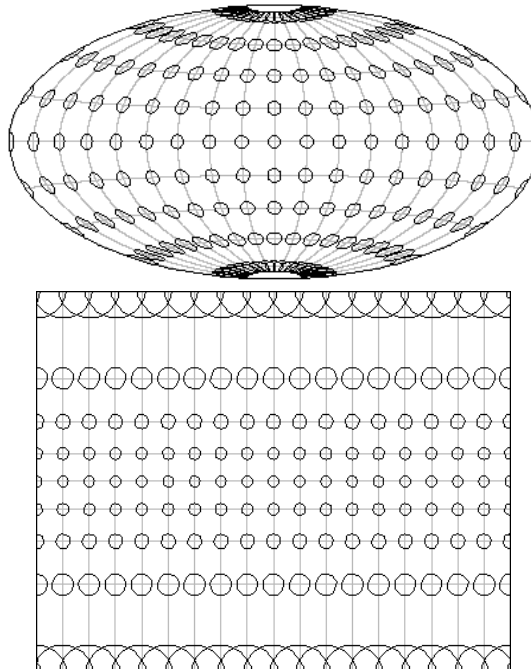


Figura 2 – Distorção na Projeção de Mercator
Fonte: Menezes (2000)

1.3 – CLASSIFICAÇÃO

As projeções cartográficas podem ser classificadas segundo diversos tipos de características, como por exemplo:

- Propriedades
- Superfície de projeção
- Método de traçado

As Propriedades de uma projeção surgem do relacionamento entre as escalas máxima e mínima em qualquer ponto, e são preservadas em todo o mapa, exceto em seus pontos singulares. Podem ser:

- Conformes, ou seja, a escala máxima é igual a escala mínima em todas as partes do mapa, e preserva ângulos e pequenas formas.
- Equivalentes, onde as escalas máxima e mínima são recíprocas, mantendo uma escala de área uniforme, deformando muito em torno de um ponto, pois a escala varia muito em todas as direções.
- Eqüidistantes, onde uma escala específica é mantida igual à escala principal ao longo de todo o mapa, proporcionando distâncias corretas em apenas uma direção do mapa, o que torna esta projeção menos utilizada do que as conforme e equivalente.
- Afiláticas, que não conservam área, distância, forma ou ângulo, mas podem apresentar alguma outra propriedade específica que justifique sua utilização.

A Superfície de Projeção é a figura geométrica que estabelecerá a projeção plana do mapa. Podem ser:

- Planas ou azimutais, quando a superfície for um plano.
- Cilíndricas, quando a superfície for um cilindro.
- Cônicas, quando a superfície for um cone.

Podem ser classificadas também conforme o contato da superfície de projeção. Nesse caso, podem ser:

- Tangentes
- secantes

O Método de Traçado, que é a forma de traçar as projeções, pode ser dividido em três, que são:

- Geométricos, que são traçados diretamente, utilizando as propriedades geométricas da projeção.
- Analíticos, que são traçadas com o auxílio de cálculo adicional, tabelas ou ábacos e desenho geométrico próprio.
- Convencionais, que só podem ser traçadas com o auxílio de cálculo e tabelas.

2. FORMULAÇÃO MATEMÁTICA:

A Terra é um esferóide, ou seja, uma superfície tridimensional, que precisa ser representada numa superfície plana, ou seja, bidimensional. Para que isso se torne possível, é aplicada uma formulação matemática, uma função, que vai variar de acordo com a projeção utilizada na representação das coordenadas.

Logo, temos na superfície tridimensional terrestre um determinado ponto, que possui latitude e longitude. Esse ponto, através de uma função matemática, será transformado numa coordenada X e numa coordenada Y num plano bidimensional. Temos então essa função matemática como principal fator na determinação de qual projeção será utilizada, já que:

$$X = f^1(\text{lat}, \text{long})$$

$$Y = f^2(\text{lat}, \text{long})$$

Podemos concluir então, que para cada projeção existe uma formulação matemática própria, que transformará um ponto tridimensional numa representação plana.

2.1 – SISTEMA CARTESIANO PLANO

As coordenadas X e Y num Sistema Cartesiano Plano dependerão de onde será definido na superfície terrestre o **Meridiano Origem** e o **Equador**

Já na projeção UTM, as coordenadas são dadas não em X e Y, mas em N e E, onde: N corresponde a Latitude e E corresponde a Longitude. Nesse caso, cada fuso tem um meridiano origem, que é o meridiano central daquele fuso, que define o N, e o E continua tendo por origem o Equador. Algumas correções são aplicadas, para que não haja coordenadas negativas, somando-se 500.000m ao E e 10.000.000m ao N.

$$E = X + 500.000mE$$

$$N = Y + 10.000.000mN$$

Logo, tendo as formulações matemáticas, podemos, utilizando um mapa em Mercator, transformá-lo num mapa em projeção UTM.

Será necessário para isso que o mapa (em Mercator) seja digitalizado e vetorizado, atribuindo para cada ponto uma coordenada. Após isso, aplica-se a transformação da projeção, e teremos então um novo mapa, em projeção UTM.

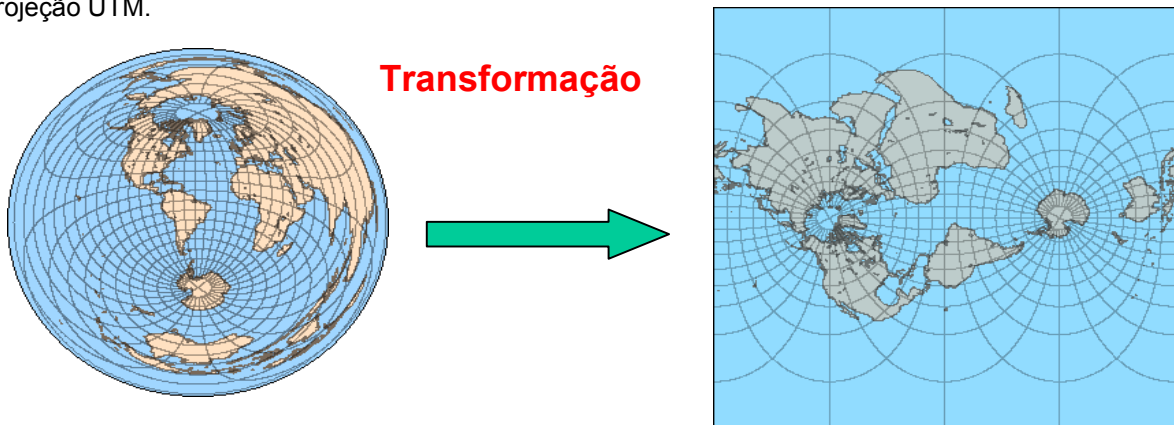


Figura 4 – Transformação Projetiva
Fonte: Menezes (2000)

Função matemática
Mapa A na Projeção B =====> Mapa C na Projeção D

3. METODOLOGIA

- Escanerização do mapa, na Projeção de Mercator 300dpi, P&B

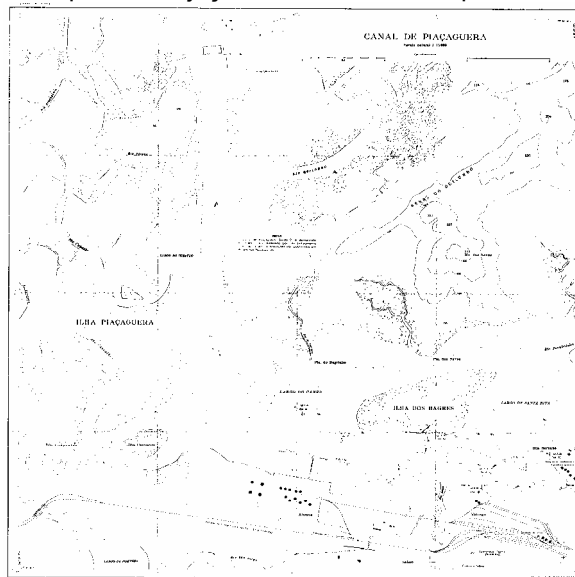


Figura 5 – Raster da figura, na projeção de Mercator
Fonte: Santos (2003)

Vetorização – transformação matricial para vetorial da imagem, criando um desenho, na Projeção de Mercator, com as coordenadas origens (0, 0), utilizando o *Software AutoCAD Overlay*.

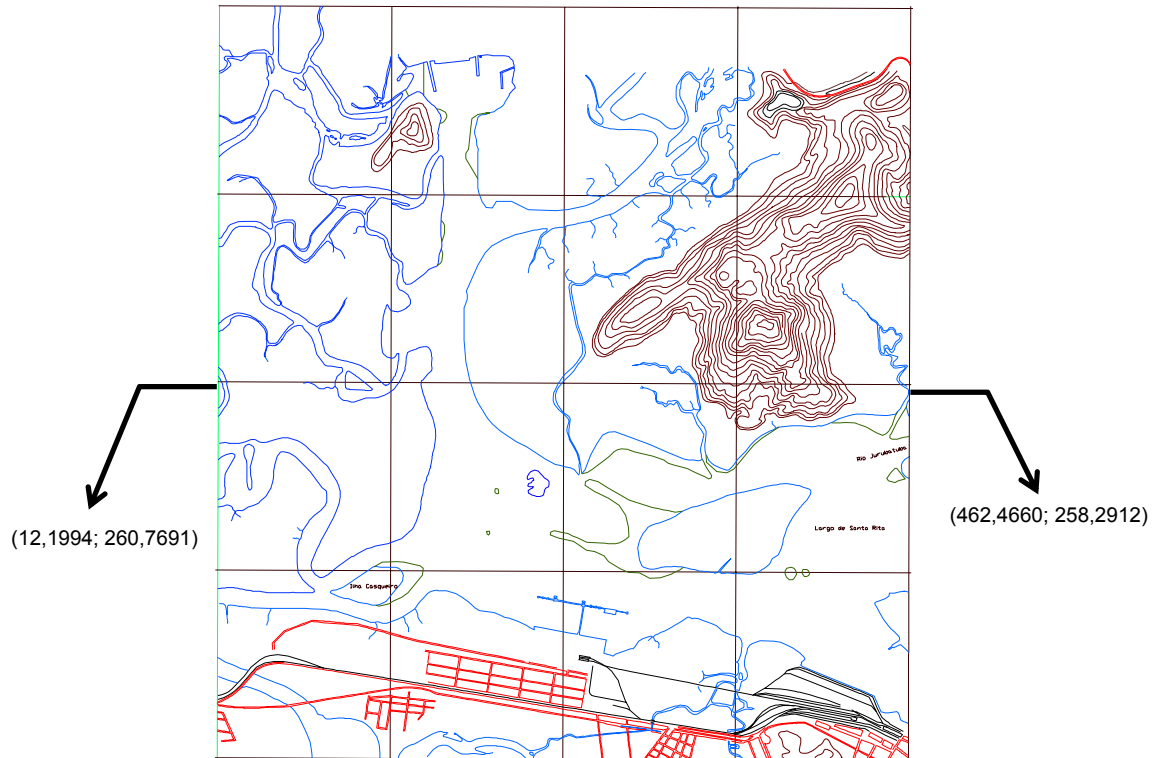


Figura 6 – Figura vetorizada, na projeção de Mercator, em coordenadas (0,0)
Fonte: Santos (2003)

Aplica-se uma transformação afim, utilizando o *Software Geocalculator*, onde o desenho (0,0) será transformado em Mercator (X_m , Y_m), utilizando-se de pontos de coordenadas conhecidas.

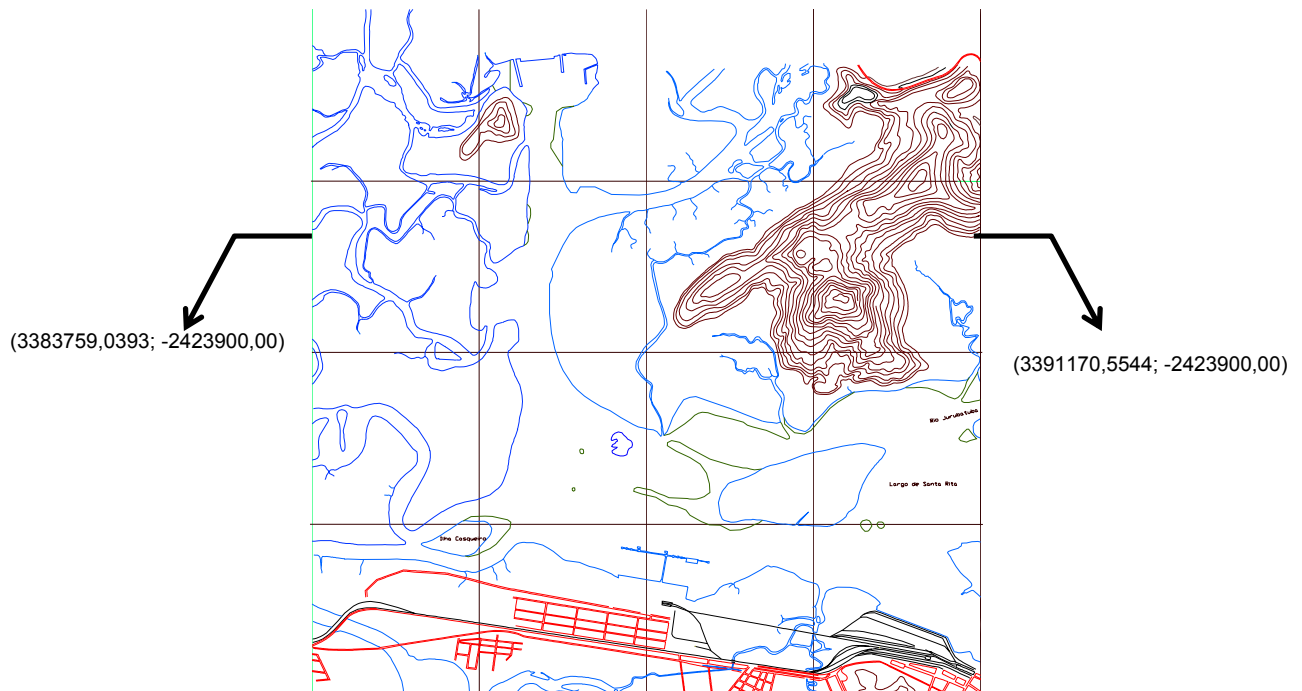
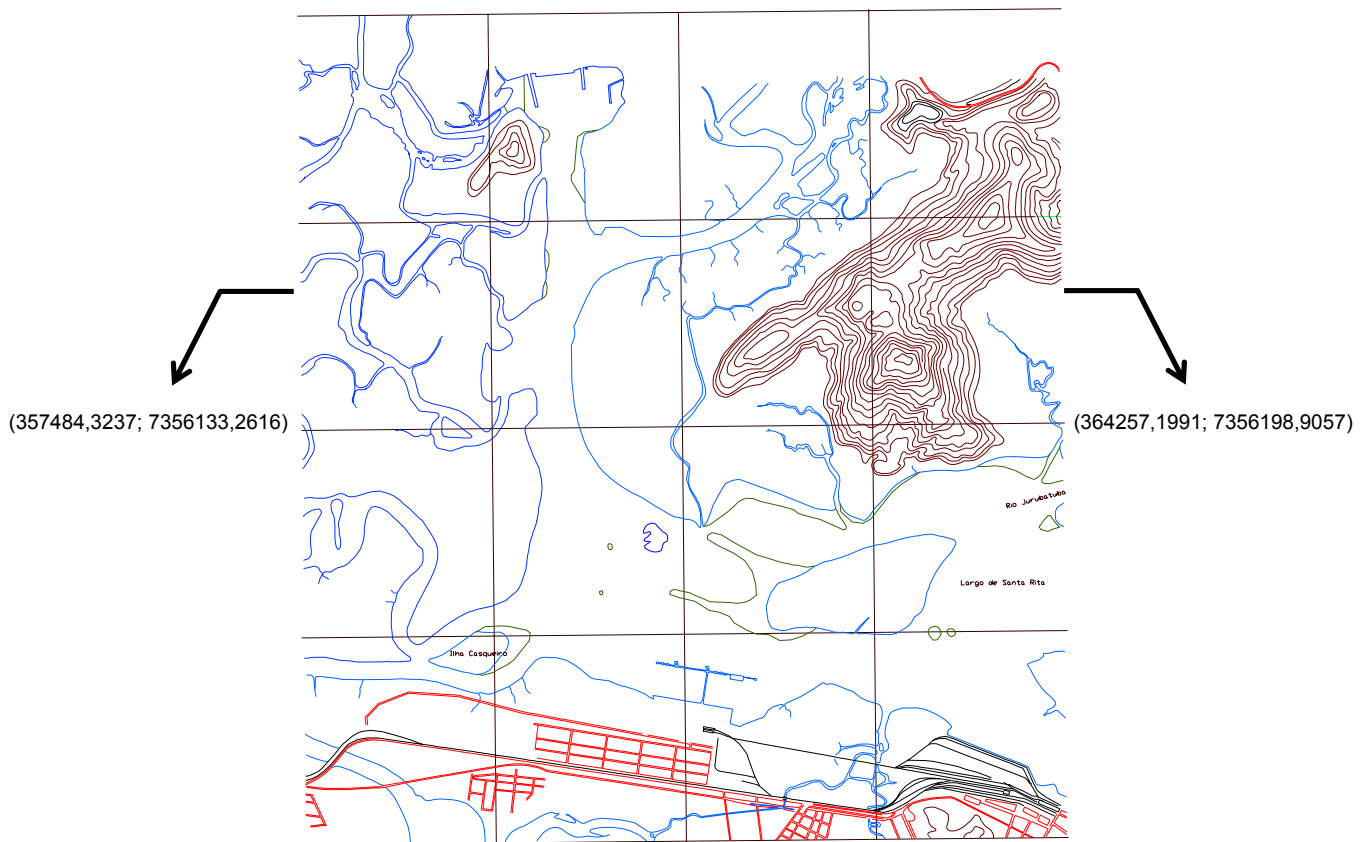


Figura 7 – Mapa vetorizado, na projeção de Mercator, coordenadas (X_m , Y_m)
Fonte: Santos (2003)

Utiliza-se então o Software Geotranslator, para transformar esse mapa, em Projeção de Mercator, em um mapa em Projeção UTM.



4. CONCLUSÕES

Cartografia digital facilita qualquer tipo de transformação de projeção, desde que se conheça as formulações matemáticas inerentes a cada uma das projeções. A metodologia aplica-se a qualquer tipo de transformação projetiva.

BIBLIGRAFIA

SANTOS, T.L.C.; LEPORE, V.M.G. (2003) – **Transformação Projetiva em Cartografia Digital**. XXV Jornada de Iniciação Científica Artística e Cultural da UFRJ. Rio de Janeiro.

MENEZES, P.M.L. (2000) - **A Interface Cartografia-Geoecologia nos Estudos Diagnósticos e Prognósticos da Paisagem: um Modelo de Avaliação de Procedimentos Analítico-Integrativos**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Depto. de Geografia, IGEO/UFRJ, 208 p.

XAVIER DA SILVA, J. (1995) - **Geomorfologia e Geoprocessamento**. In: Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos, organizado por GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B.; Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2º. ed., cap.10, pp. 393 - 414.