



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
LABORATÓRIO DE GEOMORFOLOGIA E EROSÃO DE SOLOS -
LAGES

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE FEIÇÕES LINEARES DO RELEVO:
PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE SIMBOLOGIA LINEAR DIGITAL NA
CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA

LUIZ HUMBERTO DE FREITAS SOUZA

Uberlândia - 2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LUIZ HUMBERTO DE FREITAS SOUZA

**REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE FEIÇÕES LINEARES DO RELEVO:
PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE SIMBOLOGIA LINEAR DIGITAL NA
CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito à obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Geografia e Gestão do Território

Linha de Pesquisa: Análise, Planejamento e Gestão Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Sílvio Carlos Rodrigues

UBERLÂNDIA – MG
INSTITUTO DE GEOGRAFIA

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

LUIZ HUMBERTO DE FREITAS SOUZA

**REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE FEIÇÕES LINEARES DO RELEVO:
PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE SIMBOLOGIA LINEAR DIGITAL NA
CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA**

Prof. Dr. Sílvio Carlos Rodrigues (Orientador)

Prof. Dr. Bernardo Sayão Penna e Souza

Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Brito

DATA: ____/____/____

RESULTADO: _____

*A minha esposa (Ivone) pelo apoio,
incitamento e compreensão.*

A minha mãe (Silvânia) pelo desvelo.

Ao meu avô (“Tote”) in memoriam.

Agradecimentos:

Ao Professor Dr. Sílvio Carlos Rodrigues que, como orientador ofertou seus conhecimentos acadêmicos e como amigo doou o sentimento sincero da verdadeira amizade. Obrigado pela dedicação.

Ao Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU e aos Docentes que contribuíram para o enriquecimento deste trabalho.

Ao Técnico do Laboratório de Geomorfologia e Erosão de Solos – LAGES, Malaquias, pelo apoio na realização das atividades de campo.

À colega do LAGES, Danielle, pela prontidão.

Aos amigos de profissão da SONDOTEC – Técnica e Engenharia de Sondagens e Fundações, pelo apoio e incentivo a esta pesquisa.

Ao amigo, Engenheiro Civil e Professor, Luiz Carlos Guerra, pela compreensão, estímulo e crédito ao labor científico.

A minha esposa Ivone, pela paciência, dedicação e companheirismo. Obrigado pela sinceridade de suas ações.

À banca examinadora, pela incumbência e expediente. Obrigado pela disposição.

As demais pessoas que contribuíram direto ou indiretamente no êxito deste trabalho e que creditaram confiança aos objetivos almejados no decorrer da pesquisa.

É importante para a sustentação do corpo, acreditar no poder da mente. Se quiser levantar-se procure no esforço a melhor alavanca.

Pense positivamente todos os dias. Imagine-se com saúde e feliz. Não permita que idéias ruins inundem sua cabeça. Em pouco tempo você estará melhor colhendo os frutos da mudança dos seus pensamentos.

Trabalhe sempre, mas combine seus afazeres com o repouso e a distração, na medida do possível. A mente precisa de atividade, porém, reclama igualmente diversificação e descanso. Busque sempre o equilíbrio.

Siga sempre em frente. Uma adversidade ou um empeco é prova à sua resistência. Em meio às dificuldades, sua força aumenta de intensidade. Sem problemas, você não cresce interiormente.

Os desafios são como os testes de escola. Servem para aferir o desenvolvimento do aluno, mas também, ensina-lo a vencer obstáculos.

Supere os óbices. Em toda ocasião, confie no "Pai maior". Acredite também nas suas próprias forças. Em frente sempre... Vá adiante... Use discernimento. Se não der certo de um jeito, tente de outro.

Lutando, a semente vitoriosa do conhecimento rompe o chão duro da ignorância e se mostra firme e vistosa ao sol.

Trechos adaptados da obra "Gotas de Esperança" de Lourival Lopes

RESUMO

Palavras Chaves: Geomorfologia, Cartografia Geomorfológica, Cartografia Digital e Semiologia Gráfica.

O debate sobre a qualidade dos documentos cartográficos é algo que se mantém há décadas e décadas, cercado por impasses teóricos e técnicos. Questionados de um lado os métodos de representação simbólica e de outro, os meios utilizados para se chegar ao resultado gráfico da simbologia, ocorre quase sempre uma convergência para os problemas de padronização do trabalho cartográfico.

Desde a última metade do século XX que geomorfólogos e estudiosos do ramo, no âmbito internacional e nacional, debatem esses fatos direcionando-os para a cartografia geomorfológica. As queixas mais comuns são sempre orientadas para a ausência ou deficiência na capacitação de profissionais e a inexistência ou não comprometimento com a normalização dos padrões cartográficos, mais especificamente, dos simbólicos.

Atualmente tais discussões somam-se ao disparate de produção cartográfica ligados aos avanços da informática. Como se não bastasse a negligência para com o emprego das técnicas da ciência cartográfica, nos encontramos num tempo onde a facilidade de elaboração e utilização de bases digital permite também, a disseminação de novos signos, o que torna mais morosa a tão almejada padronização.

Decorre a partir desse fato, uma inevitável necessidade de se desenvolver novas metodologias com o emprego de softwares alternativos que possibilitem a criação de bibliotecas de símbolos digitais para serem disponibilizados aos profissionais da cartografia geomorfológica, a fim de otimizar o trabalho e propiciar a padronização dos mapas.

Nesse sentido o objetivo principal dessa pesquisa é o emprego do software AutoCAD no desenvolvimento e aperfeiçoamento de linhas especiais para utilização na cartografia geomorfológica, dando continuidade aos estudos já promovidos por Souza (2003), que renderam num primeiro momento, sua monografia de conclusão do curso de Bacharelado em Geografia pela UFU. Os pressupostos teóricos deste trabalho estão fundamentados no Manual Técnico proposto pelo ITC (1975), onde são apresentadas convenções geomorfológicas e geológicas básicas.

Através de um estudo analítico e comparativo desse material e, empregando os recursos do sistema CAD aliados aos seus aplicativos, espera-se desenvolver símbolos lineares representativos das feições geomorfológicas mais comuns.

ABSTRACT

Key Words: Geomorphology, geomorphological cartography, digital cartography and graphical semiology.

The discussion about the quality of the cartographical documents has been kept for decades, and a lot of theoretical and technical impasses have been observed. Questioned from a side the methods of symbol representation and from the other side, the means utilized for getting the graphical result of symbol representation, occur almost all the time a convergence for the problems of standardization of the cartographical works.

Since the last half of the 20th century, the geomorphology students, in national and international scope, discuss these facts directing it to the geomorphological cartography. The more common laments discussed are always oriented to absence or deficiency of the professional qualification and the inexistence or no compromising with the normalization of the cartographical standards, specifically the symbols representation.

Nowadays, these discussions add to the blunder of cartographic production linked to the informatics advances. It is known the negligence about the use of the cartographical techniques and, at the same time, people are living now with easy methods for elaboration and utilization of the digital bases, which permit the dissemination of the new signs, which becomes the standardization to slow.

Based in this fact, occur an inevitable necessity of develop new methods for using alternative software which permit the creation of digital symbol library for being available to the geomorphology cartographical professionals, optimizing the work and propitiating the map standardization.

So, the mainly objectify of this research is the use of AutoCAD software to develop and improvement of special lines for utilization in the geomorphology cartographical, allowing the continuation of the studies done by Souza (2003), which were used as a final work course at UFU. The theoretical part of this study is based in the technical manual proposed by the ITC (1975), which shows some geomorphology and geology basic conventions.

Through an analytic and comparative study of this material, and using the recourse of the CAD system allied to the applications, will be developed linear symbols representatives of the more common geomorphological surfaces.

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELA.....	x
LISTA DE MAPA.....	x
QUADROS.....	xi
ANEXO.....	xi

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	01
1 - OBJETIVOS.....	03
Objetivo Geral.....	03
Objetivos Específicos.....	03
2 - JUSTIFICATIVA.....	04
3 - REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO: Comunicação gráfica – bases conceituais para o entendimento da linguagem cartográfica.....	09
3.1 - Comunicação cartográfica – bases conceituais.....	13
3.2 - Representação gráfica da informação.....	17
3.2.1 – Análise da informação.....	17
3.2.2 – Elementos de representação geométrica do espaço – tradução gráfica.....	18
3.2.3 – Escalas de mensuração.....	19
3.2.4 – As variáveis da retina ou visuais - elementos gráficos.....	19
3.3 - Cartografia e cartografia do relevo – considerações sobre mapeamento geomorfológico.....	22
3.4 - Da cartografia analógica a cartografia digital.....	26
3.5 - Escala e representação gráfica – emprego da simbologia linear.....	28
3.6 - Sistema ITC para levantamentos geomorfológicos.....	38
3.7 - Sistema CAD e software AutoCAD – aplicações na cartografia digital.....	41
3.7.1 - Software AutoCAD – utilização de símbolos lineares (“linetypes”)	43
4 - PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS.....	48
4.1 - Revisão Bibliográfica.....	48
4.2 - Elaboração e programação de simbologia geomorfológica digital.....	48
4.3 - Elaboração da biblioteca de símbolos lineares para emprego na cartografia geomorfológica.....	48
4.4 - Mapeamento Geomorfológico.....	49
4.5 - Trabalhos de campo para reconhecimento das áreas e escolha da área a ser mapeada.....	53
5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES: Processo de aperfeiçoamento e desenvolvimento de linetypes no AutoCAD.....	54
	ix

5.1 - Criação de linetypes simples.....	54
5.2 - Criação de linetypes complexos.....	57
5.2.1 - Shapes.....	58
5.2.2 - Vetor de shape: comprimento e código de direção.....	58
5.2.3 - Linhas com shapes e linhas com texto.....	61
5.3 - Variação simbólica em um linetype complexo.....	63
5.4 - Biblioteca de Símbolos Lineares.....	66
5.5 - Ensaio cartográfico com Emprego de Simbologia Linear Digital: Carta Geomorfológica do Planalto Dissecado e Face Sul da Serra da Canastra/MG.....	70
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 81
 REFERÊNCIAS.....	 86

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 - Símbolo linear para representação gráfica da borda de represa.....	04
Fig. 2 - Processo de comunicação ilustrado por Martinelli (1991; p.37).....	14
Fig. 3 - Processo de comunicação convencional. Adaptado de Duarte (1991; p. 26).....	15
Fig. 4 - Representação monossêmica. Adaptado de (vide nota 1).....	15
Fig. 5 - Variáveis Visuais. Adaptado de Bertin apud Martinelli (1991; p. 15).....	21
Fig. 6 - Sistema de distinção de símbolos lineares. Adaptado de Duarte (1991; p. 47-48)	31
Fig. 7 - Classificação Taxonômica do Relevo (Ross, 1992, p. 22).....	36
Fig. 8 - Acesso ao comando linetype através do menu suspenso. (AutoCAD 2000, Copyright Microsoft Corp.).....	43
Fig. 9 - Linetypes correntes. (AutoCAD 2000, Copyright Microsoft Corp.).....	44
Fig. 10 - Caixa de diálogo - Gerenciamento das linhas. (AutoCAD 2000, Copyright Microsoft Corp.).....	45
Fig.11 - Fotointerpretação digital. Em destaque, vetorização da drenagem (azul) e feições lineares do relevo (preto) na imagem de satélite. Trabalho executado com o emprego do software AutoCAD 2000 (Copyright Microsoft Corp.).....	52
Fig. 12 - Formato da linguagem da linha simples.....	56
Fig. 13 - Sintaxe do linetype DASHDOT. (Bloco de Notas – Versão 5.0, Copyright Microsoft Corp.).....	56
Fig. 14 - Direção dos vetores.....	59
Fig. 15 - Descrição de shape.....	60
Fig. 16 - Sintaxe do shape “BOX” (Bloco de Notas – Versão 5.0, Copyright Microsoft Corp.)	60
Fig. 17 - Shape resultante da sintaxe apresentada.....	61
Fig. 18 - Sintaxe de linhas complexas com shapes.....	62
	x

Fig. 19 - Sintaxe do linetype FENCELINE . (Bloco de Notas – V 5.0, Copyright Microsoft Corp.).....	62
Fig. 20 - Sintaxe de linhas complexas com textos.....	63
Fig. 21 - Sintaxe do linetype HOT_WATER_SUPPLY. (Bloco de Notas – Versão 5.0, Copyright Microsoft Corp.)	63
Fig. 22 - Apresentação gráfica de um shape “vazado” e outro “cheio”.....	64
Fig. 23 - Croqui de Localização da Área do Ensaio Cartográfico.....	72
Fig. 24 - Em evidência: representação gráfica da feição geomorfológica “escarpa” por meio do símbolo linear correspondente. Serra da Canastra/MG.....	74
Fig. 25 - Escarpas de falha de grandes extensões. Serra da Canastra/MG.....	75
Fig. 26 - Cristas estruturais em relevos fortemente erodidos do tipo Dc44. Serra da Canastra/MG.....	75
Fig. 27 - Relevo do tipo Dc43 e Dc44, intercalados por morros mamelonares e vales encaixados. Planalto Dissecado da Serra da Canastra/MG.....	76
Fig. 28 - Relevos tabulares (Dt23 e Dt24) em áreas próximas à nascente do Rio São Francisco. Serra da Canastra/MG.....	77
Fig. 29 - Depósito de talus na base da escarpa em relevos do tipo Dc 43. Serra da Canastra/MG.....	78
Fig. 30 - Nascente do Rio São Francisco em meio aos campos de altitude. Serra da Canastra/MG.....	79
Fig. 31 - Cachoeira Casca D’anta. Serra da Canastra/MG.....	80

TABELA

Tabela 1 - Matriz dos índices de dissecação do relevo. Escala 1/250.000. Fonte: Modificado a partir da metodologia do Projeto Radambrasil - MME – DNPM 1982. ROSS (1992, 1997).....	50
---	----

MAPA

Mapa 01 - Localização dos Trabalhos de Campo para Definição da Área do Ensaio Cartográfico.....	70
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Seqüência de eventos e os participantes na evolução da Cartografia Digital ao longo do século XX.....	27
Quadro 2 - Intervalos entre escalas associados ao grau de generalização.....	32
Quadro 3 - Sugestão de escalas a serem utilizadas no processo de morfografia com base nos seis níveis taxonômicos propostos por ROSS (1992).....	35
Quadro 4 - Grupo 1: Símbolos lineares para os mapas gerais.....	40
Quadro 5 - Grupo 2: Símbolos lineares para os mapas com fins especiais.....	41
Quadro 6 - Linhas disponíveis na biblioteca do AutoCAD e exemplos de representação gráfica na Cartografia Geomorfológica baseados no Sistema ITC.....	47
Quadro 7 - Exemplos do formato da linguagem de programação de linhas que compõem o arquivo “acad.lin” tal como se apresenta no editor de texto “NotePad”.....	55
Quadro 8 - Códigos especiais para aplicação na sintaxe de shapes.....	65
Quadro 9 - Biblioteca de símbolos lineares digitais, desenvolvida especificamente para uso na Cartografia Geomorfológica.....	67

ANEXO

Anexo 1 - Ensaio cartográfico com Emprego de Simbologia Linear Digital: Carta Geomorfológica do Planalto Dissecado e Face Sul da Serra da Canastra/MG.....	91
--	----

INTRODUÇÃO

A Geomorfologia atual tem se ajustado à evolução tecnológica. Assim como acontece com as outras ciências, vêm se desenvolvendo ações no sentido de investir na obtenção de diagnósticos, prognósticos ou controle de determinados fenômenos. O desenvolvimento da informática viabilizando interfaces com o sensoriamento remoto em base orbital, com a Cartografia Digital e com a utilização de SIGs (Sistemas de Informações Geográficas) tem oferecido a Geomorfologia recursos indispensáveis para o sucesso de várias pesquisas.

Observa-se que o processo de elaboração de mapeamentos temáticos em bases geomorfológicas, não tem seguido um padrão definido tanto em termos de escalas adotadas, na adoção de bases taxonômicas a elas aferidas e, essencialmente, no uso dos recursos da semiologia gráfica.

No decorrer de um mapeamento geomorfológico os fatos concretos, constituem-se das formas do relevo, e a dificuldade encontra-se na maneira ideal de representá-las, caracterizar seus elementos e propor o tratamento taxonômico mais conveniente, atendo-se ainda a identificação e a classificação das formas segundo a gênese, a idade e os processos atuantes (dinâmica).

A abstração dos fatos concretos é que vai culminar na representação gráfica do mapa. É neste momento que entra a escolha da escala de detalhamento ou de generalização e conseqüentemente, a simbologia convencionada para o processo de cartografiação da informação.

O trabalho em questão apresenta uma proposta fundamentada no contexto operacional da Cartografia Geomorfológica nos dias atuais. Seu referencial teórico-metodológico leva em consideração as normas da comunicação gráfica, suas bases conceituais, as formas de se representar graficamente à informação, a ciência cartográfica, o processo de transição do trabalho analógico para o digital, a importância da escala, o uso de linhas como símbolos, o sistema ITC, o software AutoCAD e as implicações de todos estes itens no mapeamento geomorfológico.

Como objeto de estudo, tem-se a aplicação do computador, por meio do software AutoCAD, no desenvolvimento de um conjunto de símbolos lineares (biblioteca digital) adotando como referencial o manual técnico do ITC *System of Geomorphological Survey de 1975* do *International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences* (ITC – Holanda) que apresenta um sistema de simbologias voltado para os mapeamentos geomorfológicos, geológicos, topográficos, entre outros.

Os procedimentos trilhados no decorrer desta pesquisa constam além da revisão bibliográfica, do estudo do processo de elaboração e programação da simbologia linear no software em questão e da escolha de uma área para ensaio cartográfico. O principal foco desta etapa é o emprego de algumas linhas, dentre as desenvolvidas, em um mapeamento real voltado para o teste de funções e a verificação da eficiência dos símbolos.

Contudo, pode-se afirmar que o produto deste trabalho é uma contribuição para a Cartografia Geomorfológica, via otimização e padronização simbólica, em especial, dos principais símbolos lineares aplicados ao mapeamento geomorfológico. Para tanto, são propostas basicamente, a revisão e adequação dos conceitos que regem a Cartografia e a Geomorfologia associados às vantagens da moderna tecnologia da informática.

1. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- ✓ O objetivo geral deste estudo é desenvolver e aperfeiçoar linhas especiais aplicáveis ao mapeamento geomorfológico, com o emprego do software AutoCAD a fim de aplica-las como simbologia nos trabalhos cartográficos, mais especificamente, na Cartografia Geomorfológica.

Objetivos Específicos:

- ✓ Elaborar uma revisão bibliográfica sobre o processo de comunicação gráfica, a evolução da Cartografia analógica para a digital e suas implicações no mapeamento geomorfológico;
- ✓ Elaborar uma biblioteca de símbolos lineares digitais, utilizando os recursos do software AutoCAD, para uso específico na Cartografia Geomorfológica;
- ✓ Aplicar parte da simbologia desenvolvida em um ensaio cartográfico para avaliar os aspectos positivos e negativos da técnica proposta.

2. JUSTIFICATIVA

As bases deste estudo têm suas origens na necessidade concreta que surgiu no decorrer de um trabalho desenvolvido junto ao Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos Solos (LAGES) do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (IGUFU) em meados de 2002, frente a necessidade de se desenhar digitalmente no software AutoCAD, uma linha que representasse graficamente a borda de uma represa (Fig. 1).

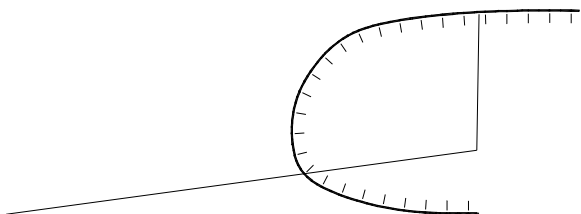


Fig. 1 – Símbolo linear para representação gráfica da borda de represa. Org.: Souza (2005).

O primeiro passo seguido pelo usuário, foi buscar uma linha na biblioteca digital de símbolos lineares do software, que pudesse suprir a necessidade, no entanto, não houve símbolo adequado. Diante desta situação, um profissional especializado em AutoCAD foi solicitado, na intenção de solucionar um problema aparentemente “simples”, já que o programa contava com várias linhas próximas a desejada.

Nessa mesma ocasião, foi solicitada junto ao LAGES uma pessoa que já dominava uma boa quantidade de recursos do software, porém, mesmo contando com essa experiência, não foi possível dar uma resposta imediata a questão. Neste contexto, o problema se transformou num “desafio” com o objetivo principal de se estudar alternativas para os trabalhos de Cartografia Digital que pudessem exigir símbolos especiais.

É desta maneira que este trabalho procura suprir a ausência de estudos mais detalhados à cerca do desenvolvimento e aperfeiçoamento da simbologia linear digital, para emprego em específico, na Cartografia Geomorfológica. Intenta-se reforçar a importância do desenvolvimento tecnológico da informática e sua eficiência cartográfica sem abandonar, no

entanto, as regras da Cartografia, com a finalidade de se chegar a um produto que possa representar de forma confiável, um mapa geomorfológico.

Sabe-se que a utilização de softwares se constitui atualmente, numa ferramenta de trabalho muito importante para elaboração de mapas temáticos, tais como os geomorfológicos. O uso de sistemas do tipo *Computer Aided Design* (CAD), que permite a conversão de dados analógicos para o meio digital, é uma opção que possibilita a confecção de mapas digitais, conjugando informações gráficas e não gráficas (ARGENTO, 2001; p.384). Um CAD possui funções que permitem a representação precisa de linhas e formas, podendo ser perfeitamente utilizado na digitalização de documentos cartográficos (ROSA & BRITO, 1996; p.9).

Um dos aspectos importantes a considerar quanto à utilização dos *Sistemas de Informações Geográficas* (SIGs) e dos *softwares* para Cartografia Digital, é a carência de modelos de convenções cartográficas otimizadas, ou seja, prontas para utilização no ato da vetorização das bases. Tal deficiência é constatada principalmente, quando se exige da ferramenta utilizada, símbolos lineares específicos para representar feições geomorfológicas e/ou geológicas.

Os trabalhos de mapeamento geomorfológico de Ferreira (2003), foram desenvolvidos empregando símbolos lineares contidos na biblioteca digital do software AutoCAD. Ao testar a aplicabilidade da simbologia desenvolvida especificamente para sua monografia – “*Cartografia Geomorfológica sob diferentes aspectos metodológicos: uma abordagem comparativa da simbologia cartográfica*” – Ferreira (2003; p.25-26) confirma a praticidade na utilização deste recurso. Após as fases de identificação, definição e mapeamento dos compartimentos geomorfológicos, a autora concluiu que foi possível identificar com o software os elementos lineares que representam diferenciação em relação aos processos atuantes e feições definidas por componentes lito-estruturais, tais como as rupturas de declive, rebordos erosivos além de processos erosivos tais como as ravinas e voçorocas.

Entretanto, Argento (2001; p.384) ao abordar sobre a moderna tecnologia na Cartografia Temática, alerta sobre a importância de se ter em mente que as tecnologias disponíveis para a elaboração dos mapas, por si só, não garantem produto eficiente, já que servem apenas para melhorar a apresentação final. O autor deduz que a adequada escolha da legenda associada à escala cartográfica e uma eficiente interpretação visual das formas do relevo e de seus

respectivos processos geradores são condições que somam a um bom mapeamento geomorfológico.

De acordo com Ross (1996; p.55) o que parece mais problemático é a questão relativa à padronização ou uniformização da representação cartográfica, pois ao contrário de outros tipos de mapas temáticos, não se conseguiu chegar a um modelo de representação que satisfizesse os diferentes interesses dos estudos geomorfológicos.

Ferreira (2005; p.23-24), em sua dissertação de mestrado - “*Estudos geomorfológicos em área amostrais da bacia do Rio Araguari-MG: uma abordagem da Cartografia Geomorfológica*” – expõe que:

Essa otimização na construção de mapas trouxe consigo novas possibilidades de representação simbólica, permitida pelos softwares de desenhos. Eis que surge a adequação das convenções cartográficas já existentes, só que agora de forma digital, bem como a necessidade de criação de uma biblioteca cartográfica digital (“linetypes”) que venha corresponder aos símbolos da linguagem cartográfica, entendida não somente por cartógrafos, mas também por diversos segmentos científicos que adotam tais recursos para representação.

Nota-se que a preocupação com a qualidade dos mapas geomorfológicos se estende não só ao ofício dos profissionais do campo das geociências, mas a todos os usuários que necessitam destas ferramentas para atender a diferentes áreas do conhecimento e à demanda diversificada para a pesquisa de temas de interesse da sociedade.

Acompanhando o raciocínio exposto, esta dissertação propõe o emprego do software AutoCAD na elaboração de simbologia linear digital para utilização na Cartografia Geomorfológica, aplicando o manual técnico do ITC *System of Geomorphological Survey de 1975* do *International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences* (ITC – Holanda), onde são apresentadas convenções geomorfológicas e geológicas básicas, além de dar continuidade aos estudos já promovidos por Souza (2003), que renderam num primeiro momento, sua monografia de conclusão do curso de Bacharelado em Geografia pela UFU.

Para comprovar a aplicabilidade das linetypes desenvolvidas, é proposto ainda, um mapeamento geomorfológico sob o caráter de Ensaio Cartográfico com o objetivo principal de se criar condições para o emprego da simbologia linear otimizada.

Fundamentados nos estudos geomorfológicos de Baccaro (1991 e 2004), Rodrigues (2002 e 2004), e Ferreira (2001 a 2004) sobre a *Bacia do Rio Araguari*, foram realizados 04 trabalhos de campo distintos com o intuito de se definir o local exato para o ensaio.

Outra questão que veio a contribuir para a realização dos testes com as linhas desenvolvidas, em uma área inserida nessa Bacia hidrográfica, é a progressão paralela de um projeto fomentado pela FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, vinculado a dissertação e com objetivos análogos.

Esse projeto foi iniciado em meados de agosto de 2004, no Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (IGUFU) junto ao Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos Solos (LAGES). Com o título: “*Cartografia Geomorfológica de Detalhe e Montagem de Biblioteca Digital de Símbolos Geomorfológicos*” tinha como um dos objetivos específicos, a elaboração de uma biblioteca digital de simbologia geomorfológica e posteriormente, a realização de testes práticos com o material produzido.

Semelhantes metas facilitaram a execução dos trabalhos de campo propostos, visto que, os resultados obtidos e os subsídios liberados, foram aproveitados tanto no projeto de pesquisa da FAPEMIG quanto nesta dissertação de mestrado.

Os primeiros passos dados rumo a criação das linhas digitais deixaram clara a necessidade de se aprimorar conceitos e aprofundar as discussões sobre a aplicabilidade do AutoCAD na Cartografia Digital. Os ensaios realizados na monografia com símbolos lineares simples demonstraram que o recurso poderia ser aproveitado em diversos trabalhos cartográficos, no entanto, foi necessário definir critérios de dimensionamento e desenho, ou seja, a escala e a representação gráfica, ambas peças fundamentais para se atingir a harmonia entre a informação espacial e a simbologia.

Depende ainda dos avanços da pesquisa, a solução de problemas inerentes a programação das linhas e a aceitação pelo software durante sua execução sem contar, a possibilidade de se estender a utilização dos símbolos para outros programas através da conversão, exportação ou inserção das entidades lineares.

Observa-se neste sentido que na formação do geomorfólogo ocorre cada vez mais a necessidade do aprendizado de novas ciências entre elas a própria computação. A existência de um leque amplo de temáticas de interesse da Geomorfologia deve conduzir o profissional a obter conhecimentos básicos, oriundos de diferentes disciplinas.

Neste caso, pressupõe-se que o desenvolvimento e o aperfeiçoamento das linhas já existentes na biblioteca digital do software AutoCAD, possibilitará a aplicação deste recurso gráfico nos mais diversos trabalhos cartográficos representando um avanço em termos de convenções digitais.

3. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO: Comunicação gráfica – bases conceituais para o entendimento da linguagem cartográfica

pois, neste sentido que ao aceitarmos a Cartografia como forma de “*poder e saber*” dever-se-á tomar todos os cuidados quanto às categorias de objetos mostrados nos documentos cartográficos.

Ainda sobre as considerações de Harley, este considera o mapa como uma “*construção social*” e dedica ao cartógrafo a função de membro da sociedade num sentido amplo. Considerar o mapa como uma “*construção social do mundo*” é afirmar que se pode tratar esses documentos mais que uma imagem da realidade, mas sim, um texto que pode ser decodificado da mesma forma que outros sistemas de signos não verbais. A representação do mundo na Cartografia se constrói a partir de signos, convencionais ou não, símbolos ou metáforas e imagens retóricas (CAPDEVILA & HARLEY; 2002).

Atualmente a definição de mapa agrega novos conceitos aliados as revoluções tecnológicas do meio informacional. Com a rápida evolução dos documentos cartográficos, após o avanço da informática, as informações, antes representadas diretamente no papel, foram quase que totalmente, convertidas para o meio digital. Desta maneira, o mapa continuou se comportando como uma “*expressão da leitura e de representação do mundo real*” porém, com a condição de reproduzir virtualmente o espaço geográfico.

O conteúdo informacional de um mapa é função de vários fatores inter-relacionados. A informação apresentada num mapa deve concordar com as necessidades específicas de sua estrutura e esta, com um conjunto de características geométricas e simbólicas. Um documento cartográfico tem escala e uma organização espacial baseada numa projeção ortogonal da superfície terrestre sobre um plano. A representação da mensagem por meio de signos convencionais ou uma simbologia adequada, encontra-se diretamente condicionada a característica do fenômeno e a informação disponível. Neste caso, são os símbolos projetados e modificados, agrupados individualmente, que refletem o propósito de um determinado mapa por meio de uma dada composição simbólica.

Com essa preocupação constante em apreender o meio ambiente (físico, social, cultural) e representá-lo por meio de uma simbologia gráfica, nasce a Ciência Cartográfica, diretamente ligada às técnicas de representação da realidade espacial.

A definição de Cartografia é concebida de forma diferenciada por vários órgãos de estudos cartográficos, associações, escolas militares e, estudiosos do ramo tais como: JOLY, MORRISON, SANCHEZ E TAYLOR. Segundo Oliveira (1993; p.13), devem ser destacadas as definições da ONU (Organização das Nações Unidas) de 1949 que estabelece a Cartografia como *a ciência que se ocupa da elaboração de mapas de toda espécie e abrange todas as fases dos trabalhos, desde os primeiros levantamentos até a impressão final dos mapas* e, da ACI (Associação Cartográfica Internacional) de 1966 que estabelece o campo das atividades intimamente ligadas a Cartografia como *um conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, com vistas à elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão, assim como a sua utilização.*

A partir da interpretação dada aos documentos, aos seus fragmentos e as suas projeções, a Cartografia é levada à posição de disciplina profissional. O simples ato de confeccionar uma carta sobre uma base se tornou mais que um mero ato técnico ou puramente científico e sim, um conjunto que compreende também esses componentes, porém, tendo por princípios a confecção de um documento para leitura e interpretação, de um determinado espaço em função de uma determinada sociedade, em um momento histórico específico, em uma posição social ou ainda, diante uma estratégia política ou econômica.

As definições mais modernas da Cartografia tendem para a incorporação de novos métodos e novas tecnologias aliadas aos seus conceitos. De acordo com Moura (1997, p.1), essa ciência é *a forma de representar os fenômenos espaciais*. Tal fato, nos dias atuais, significa o ponto de partida para a tomada de decisões e definições de estratégias de ação em várias esferas das denominadas “ciências espaciais”. Eis que assume um papel muito importante entre várias áreas do conhecimento científico.

Ainda segundo Moura (1997, p.2), em função da ênfase, dada pelas ciências, nas questões espaciais, o expressivo desenvolvimento da informática apresenta vários recursos aplicados tanto na organização e elaboração de bancos de dados cartográficos e alfanuméricos, como nos recursos básicos de inter-relação entre estes dados.

Com o avanço da informática que se deu a partir da década de 1970, foram incorporadas as idéias da Ciência Cartográfica, além da própria linguagem dos computadores, novas definições tais como a Cartografia Digital, o Geoprocessamento, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) entre outros.

Acerca das duas primeiras expressões, Rosa & Brito (1996, p.7-8) tecem as seguintes considerações:

O geoprocessamento pode ser definido como sendo o conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação.

.....
Já a cartografia digital pode ser entendida como sendo a tecnologia destinada a captação, organização e desenho de mapas (MICROSTATION, MAXICAD, AUTOCAD, etc.), enquanto que os sistemas de informação geográfica são sistemas destinados à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados referenciados espacialmente (ARC-INFO, APIC, SGI, etc.).

Em suma, um documento cartográfico, além do fruto de uma intenção é também um ato de interpretação de um dado espaço e das relações que o fenômeno mantém com esse espaço. É neste sentido que se faz necessária uma *mensagem semiológica* direta e simples do mapa tanto neste como em qualquer outro momento histórico, outro lugar, por outros povos, para outras funções.

Sob este contexto Raisz (1969; p.94) faz a seguinte declaração:

É importante na guerra e na paz que um soldado ou aviador americano seja capaz de ler um mapa francês ou que um montanhês canadense seja capaz de escalar os Andes usando um mapa chileno. Apesar de cada levantamento publicar uma legenda de símbolos, isto geralmente não se acha a mão.

Tomando como base as variáveis visuais utilizadas na simbologia, o elaborador de um documento cartográfico, deve seguir precisamente a linguagem da Semiologia Gráfica, tendo sempre como princípio à finalidade de um mapa, diretamente ligada à informação e a transmissão de conhecimentos.

3.1 – Comunicação cartográfica – bases conceituais

A crescente evolução científica da Cartografia que se deu entre os séculos XVII e XVIII, solidificada no século XIX, seguindo os impulsos das necessidades profissionais, atinge seu ponto mais alto com a distinção entre duas de suas principais características: a topografia e a temática (JOLY *apud* MARTINELLI; 1991).

Duarte (1991; p.18) expõe que a discussão sobre o significado de Cartografia Temática é muito antiga. Para alguns autores, existem três ramos: *Cartografia Geral, Temática e Especial* enquanto para outros, os conceitos de Cartografia Especial e Temática se confundem. De acordo com Oliveira (1993; p.32), adepto da divisão em três categorias, os Mapas Gerais atendem a diversos níveis de usuários comportando-se como uma espécie de “mapa mural”, ou seja, um documento de orientação, com informações muito generalizadas e insuficientes para determinadas necessidades. Tratando-se dos Mapas Especiais e Temáticos, ele aborda os dois tipos como documentos voltados para um público específico, mas não evidencia a distinção entre o que é “especial” e o que é “temático”.

Para Duarte (1991; p.18) a forma ideal seria a permanência do conceito de Cartografia Geral e a junção do Especial com o Temático:

Se a tendência é dar à Cartografia Temática significado de algo especial, isto contrasta com o que seja de uso geral, o que nos leva a considerar que existem, pelo menos, dois grandes ramos nesta ciência: Cartografia Geral e Temática. No primeiro, incluem-se os mapas de uso geral; no segundo, os mapas destinados a um público específico ou especial.

Embora não haja um acordo, o que se tem estabelecido é a característica dos mapas específicos ou temáticos. O Mapa Temático reportaria certo número de conjuntos espaciais resultantes da classificação dos fenômenos que integram o objeto de estudo de determinada faixa técnica ou científica (MARTINELLI, 1991).

Entendendo o mapa como veículo de comunicação, esse por sua vez é particularmente chamado de Comunicação Cartográfica (KOLÁČNY, SALICHTCHEV *apud* MARTINELLI, 1991). Ao elaborar um documento cartográfico, é colocado em prática o processo de comunicação (Fig. 2).

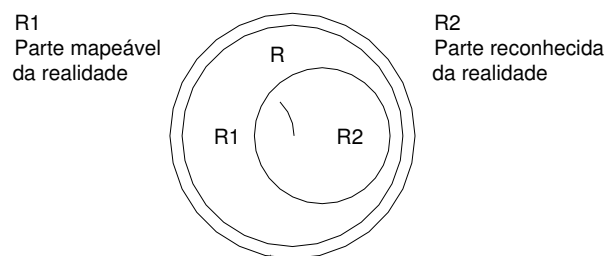


Fig. 2 – Processo de comunicação ilustrado por Martinelli (1991; p.37). Org.: Souza (2005).

O processo de comunicação abordado por Martinelli (1991; p.37) é realizado em etapas e reúne a confecção e o uso. De acordo com ele, a utilização dos mapas estimula a operação mental, ocorrendo assim uma interação entre o mapa e os processos mentais do usuário. Tal processo envolve muito mais que a “*percepção imediata dos estímulos*”. A memória bem como, a reflexão, a motivação e a atenção são excitadas.

Nas outras etapas também ocorre um processo de cognição entre as partes. O contato entre quem elabora o mapa com a realidade, até a representação cartográfica, induz a elaboração de um mapa mental. As relações entre o mapa mental e o produto cartográfico envolvem as operações de filtragem, seleção, classificação, simplificação e simbolização.

Como um documento que visa dar informações ao leitor, o mapa deve constituir-se num conjunto harmonioso de símbolos, letras e cores, de modo que sua mensagem possa ser entendida com facilidade (DUARTE, 1991). Neste caso, segundo Bertin (*apud* MARTINELLI, 1991), sendo a representação gráfica uma linguagem, criada para reter, compreender e comunicar observações, deve por sua vez, ser bidimensional atemporal e destinada à vista. Tem supremacia sobre as demais, pois, demanda apenas um instante de percepção. Constitui um sistema *semiológico monossêmico* e expressa-se por meio da construção da imagem.

Num processo de comunicação convencional (Fig. 3), os componentes básicos, são *o emissor, a mensagem e o receptor*. O primeiro é aquele que envia a mensagem. As idéias enviadas por meio de um ou mais estímulos físicos correspondem à mensagem propriamente dita. A idéia, conhecida também como “significado”, é o pensamento a ser transmitido pelo emissor. O “estímulo físico”, chamado de “significante” seriam os sons, letras, imagens, gestos, palavras, etc. A idéia associada ao “estímulo físico” forma o que se entende por “signo” (DUARTE, 1991).



Fig. 3 – Processo de comunicação convencional. Adaptado de Duarte (1991; p. 26).

No esquema de comunicação representado, o sentido do signo, ocorre após a observação do estímulo físico e a percepção da idéia. A leitura se dá, portanto, pelo domínio dos códigos, ou seja, a leitura do significante e o entendimento do significado. Temos neste caso a configuração da *comunicação polissêmica*.

Jacques Bertin¹ afirma que *a situação informacional é polissêmica quando o signo (visual ou sonoro) tem por objeto definir um conjunto ou conceito diante das infinitas possibilidades*. Sendo assim, o emissor tem que levar em conta o nível de conhecimento do receptor para limitar a ambigüidade da comunicação.

A seguinte frase exemplifica o conteúdo acima: “o motorista parou o seu veículo ao ver o sinal”. O significado que a palavra *sinal* (significante) fornece é ambíguo, pois, nos remete a uma série de deduções tais como: sinal de pare, sinal de pista interrompida, sinal de um agente de trânsito, sinal de rua sem saída, entre tantas outras situações possíveis, limitadas pelo contexto temporal, espacial e conceitual no qual o receptor se insere para decifrar o signo.

A representação gráfica propriamente dita, e, por conseguinte a Cartografia, não obedece a este esquema de comunicação polissêmica, mas sim ao da *representação monossêmica* (Fig. 4).



Fig. 4 – Representação monossêmica. Adaptado de (vide nota 1)

¹ Tradução de: Prof^o Dr. Marcello Martinelli – Texto básico para o curso acadêmico de Cartografia Temática da Geografia, FFLCH/USP. São Paulo, 1978.

Onde “≠” significa relações de *diversidade/similaridade*; “O” significa relações de *ordem* e, “Q” relações de *proporcionalidade*. A representação gráfica tem por objetivo colocar em evidência as três relações fundamentais entre conceitos previamente definidos, transcritos por relações visuais de mesma natureza, o que exclui qualquer ambigüidade possível (BERTIN, 1978).

A Cartografia Temática baseia-se essencialmente na transcrição das três relações fundamentais sendo que, a reprodução da informação por meio da gráfica é que permite ao leitor o entendimento do mapa. Neste processo, portanto, não pode haver polissemia, para não ocorrer à diminuição do entendimento.

Os estudos sobre a representação da imagem na Cartografia são realizados pela Ciência da Semiologia Gráfica². È ela que estrutura a construção das imagens a partir da percepção visual organizada em três variáveis sensíveis: *a variação dos sinais e as duas dimensões do plano (X, Y)*.

Um retângulo pintado de preto em um papel, por exemplo, está em um determinado lugar na folha, em relação às duas dimensões do plano (X, Y). Este objeto, além de ter uma direção, pode assumir seis modulações visuais sensíveis, constituindo as variáveis visuais (MARTINELLI, 1998).

A imagem visual, portanto, corresponde a modulação de “X” e “Y” no plano, variando visualmente as “pinturas” dos objetos em terceira dimensão visual (“Z”). Esta variação pode assumir três significados distintos em relação ao plano: ponto, linha e zona (superfície).

Em síntese, a linguagem gráfica como um sistema de signos gráficos, é formada pelo significado (idéia) e significante (imagem gráfica). As três relações (diversidade/similaridade, ordem e proporcionalidade) consistem nos significados da representação gráfica e são expressas por seis variáveis visuais (tamanho, valor, textura, cor, orientação e forma) que são significantes (ARCHELA, 1999).

² A semiologia gráfica desenvolvida pelo francês Jacques Bertin na década de 1960 tem suas raízes no estruturalismo de Ferdinand Saussure, um lingüista suíço que desenvolveu estudos de Semiologia com base na Teoria Geral dos Signos no final do século XIX. Após sua morte, em 1913, na década de 1950, vários pesquisadores de diferentes países (França, Bulgária, Itália), começaram a transpor os esquemas e conceitos da lingüística para os demais sistemas de signos.

3.2 – Representação gráfica da informação

A gráfica é um sistema de signos que permite a transcrição de relações de diferença, de ordem ou proporcionalidade existentes entre duas combinações, qualitativas ou quantitativas. Este sistema estrutura a construção das imagens a partir de uma gramática, com leis apoiadas na percepção visual: *Semiologia Gráfica* (BONIN, 1998).

O ponto inicial do trabalho do francês J. Bertin é a afirmação geral de que a comunicação é feita por meio de marcas no papel. A apresentação de um dado ocorre por meio das variações ou modulações das características destas marcas, como sua forma, posição ou cor. Deste raciocínio surge a lista das variáveis visuais: tamanho, valor (tons de uma mesma cor), granulação, cor (matiz), orientação e forma, além da posição no plano bidimensional.

Forma-se assim, um conjunto de transformações que aplicadas isoladamente ou em conjunto são capazes de transmitir visualmente qualquer tipo de informação, respeitando-se as limitações que o próprio Bertin se impôs – *bidimensionalidade e atemporalidade*.

3.2.1 – Análise da informação

Cada parte de uma informação é chamada de componente, a qual apresenta as seguintes características:

- *Comprimento* - é o número de suas subdivisões (classes);
- *Extensão* - é a relação entre o número maior e o menor da série quantitativa considerada;
- *Nível de organização* - é a característica mais importante da componente, trata-se do significado, que pode ser: quantitativo (ex. número de alunos, número de dias de chuva, etc.), ordenado (ex. dias da semana, meses do ano, hierarquias militares, tonalidades, etc.), e qualitativo (ex. indústrias, culturas, etc.).

Há uma variedade ilimitada de dados do espaço que podem ser traçados por meio de símbolos (ROBINSON, 1984). As informações transmitidas por uma componente podem se referir a uma localização precisa, a um limite ou percurso, a uma superfície, ou ainda a um volume.

Essas quatro maneiras de colocar a informação no plano da folha de papel representam os quatro modos de implantação (ou elementos de representação do espaço), a saber: pontual, linear, zonal e volumétrica.

3.2.2 – Elementos de representação geométrica do espaço – tradução gráfica

Traduzir graficamente uma informação significa transformar dados descritivos ou tabulares em alguma forma de representação gráfica. Neste caso, há necessidade de optar entre os tipos de símbolos e a melhor forma de dispô-los no documento, levando-se em consideração também, o nível de conhecimento a ser alcançado pelo leitor (DUARTE, 1991).

Os elementos de representação geométrica do espaço correspondem às maneiras de se colocar graficamente, a informação em um mapa durante o seu planejamento.

- a) *Ponto* - não tem dimensão, representa apenas a posição (localidade ou localização). Podem ser utilizados neste caso os próprios pontos, figuras geométricas e evocativas. Ex. representação simbólica de cidades, casas, indústrias, animais, pessoas, portos, etc;
- b) *Linha* - é unidimensional, representa apenas direção. Refere-se àqueles elementos cujo desenvolvimento requer um traçado. Ex. o percurso de um rio, elevações, limite administrativo (fronteira), estradas, etc;
- c) *Zona (área)* - é bidimensional, representa a largura e comprimento. Trata-se da representação de elementos que ocupam ou pressupõem ocupar uma dada extensão sobre uma determinada superfície Ex. densidade de população, geologia, pedologia, bacias hidrográficas, florestas, cultivos, áreas urbanas, lagos, etc;
- d) *Volume* - é tridimensional e representa a largura, altura e comprimento de determinado componente temático. Ex. quantidade de precipitação, volume de produção, etc.

3.2.3 – Escalas de mensuração

As mensurações típicas efetuadas no espaço geográfico referem-se a pontos, linhas, áreas e volumes. A mensuração pode ser entendida como a atribuição de um número à qualidade de um objeto ou fenômeno segundo regras definidas. Este processo forma a escala de mensuração (ROSA & BRITO, 1996).

São estabelecidas quatro escalas de mensuração: nominal, ordinal, intervalo e razão. É importante salientar que as técnicas de análise estatística dependem parcialmente da escala de mensuração. A maioria das descrições qualitativas, isto é, verbais, podem ser transformadas em quantitativas, particularmente para as escalas nominal e ordinal (ROSA & BRITO, 1996).

- a) *Escala Nominal* - basicamente qualitativa, usada na maioria das vezes como simples processo classificatório na identificação das várias classes em que um determinado fato ou fenômeno possa ser decomposto. Ex. categorias de uso do solo em um mapa específico;
- b) *Escala Ordinal* – usada nos casos de agrupamento de fenômenos ou observações (expressões qualitativas) segundo uma ordem (grandeza ou preferência). Ex. escala de dureza dos minerais;
- c) *Escala de Intervalo* – possui todas as características de uma escala ordinal, porém, os intervalos entre os valores associados são conhecidos e cada observação pode receber um valor numérico. Ex. variações das altitudes em curvas de nível;
- d) *Escala de Razão* – é a mais precisa de todas, referindo-se a um nível de mensuração em que a escala tem todas as características de uma escala de intervalo, sendo o ponto zero uma origem verdadeira. Ex. escala métrica.

3.2.4 – As variáveis da retina ou visuais - elementos gráficos

A linguagem gráfica é formada por variáveis da retina (ou visuais), também chamadas de Elementos Gráficos. Por ser a retina o órgão sensível do olho, todas as variações percebidas por ela são chamadas variáveis da retina, a saber:

- a) *Tamanho* - é usado para representar dados quantitativos, traduzindo a proporção entre as classes dos diversos elementos cartográficos. Para a sua representação, usam-se as formas básicas (círculos, quadrados, retângulos, triângulos), conferindo-lhe tamanhos proporcionais ao valor dos dados. Varia do grande, médio e pequeno. Ex. total de população do Estado de Minas Gerais por município;
- b) *Valor* - é usado para representar dados de ordenação, por meio da variação de tonalidade do branco ao preto, passando pelos tons cinza ou vermelho, ou de verde, ou de azul. O branco representa ausência (0 %) e o preto a totalidade (100 %), e os outros níveis representam valores intermediários, do claro (percentagens menores) ao escuro (percentagens maiores). Ex. profundidades do mar, altitudes, etc;
- c) *Granulação* - também usado para representar dados de ordenação, porém, em substituição ao valor. Consiste na variação da repartição de preto no branco, onde a proporção permanece;
- d) *Cor* - é usada para representar dados qualitativos (seletivos). Consiste na variação das cores do arco-íris, sem variação de tonalidade, tendo as cores a mesma intensidade. Por exemplo: usar o azul, o vermelho e o verde significam usar a variável da retina "cor". O uso do azul claro, do azul médio e do azul escuro, corresponde a variável da retina "valor";
- e) *Orientação* - também usada para representar dados qualitativos (seletivos) em substituição à cor. A orientação corresponde às variações de posição entre o vertical, o oblíquo e o horizontal;
- f) *Forma* - usada para representar dados qualitativos (associativos). Agrupa todas as variações geométricas ou não. Elas são múltiplas e diversas, podem ser geométricas (círculo, quadrado, triângulo, etc.) ou pictóricas. As formas não devem ser muito variadas, se possível, devem ser limitadas a no máximo seis. Estes mapas são de fácil representação e leitura. A forma é um ponto, e, portanto indica a localização.

De acordo com Martinelli (1991; p.13), estas seis variáveis mais as duas dimensões do plano (x , y), têm propriedades perceptivas que toda transcrição gráfica deve considerar para traduzir adequadamente as três relações fundamentais entre objetos: relações de diversidade/similaridade (\neq); de ordem (O) e de proporcionalidade (Q) (Fig. 5).

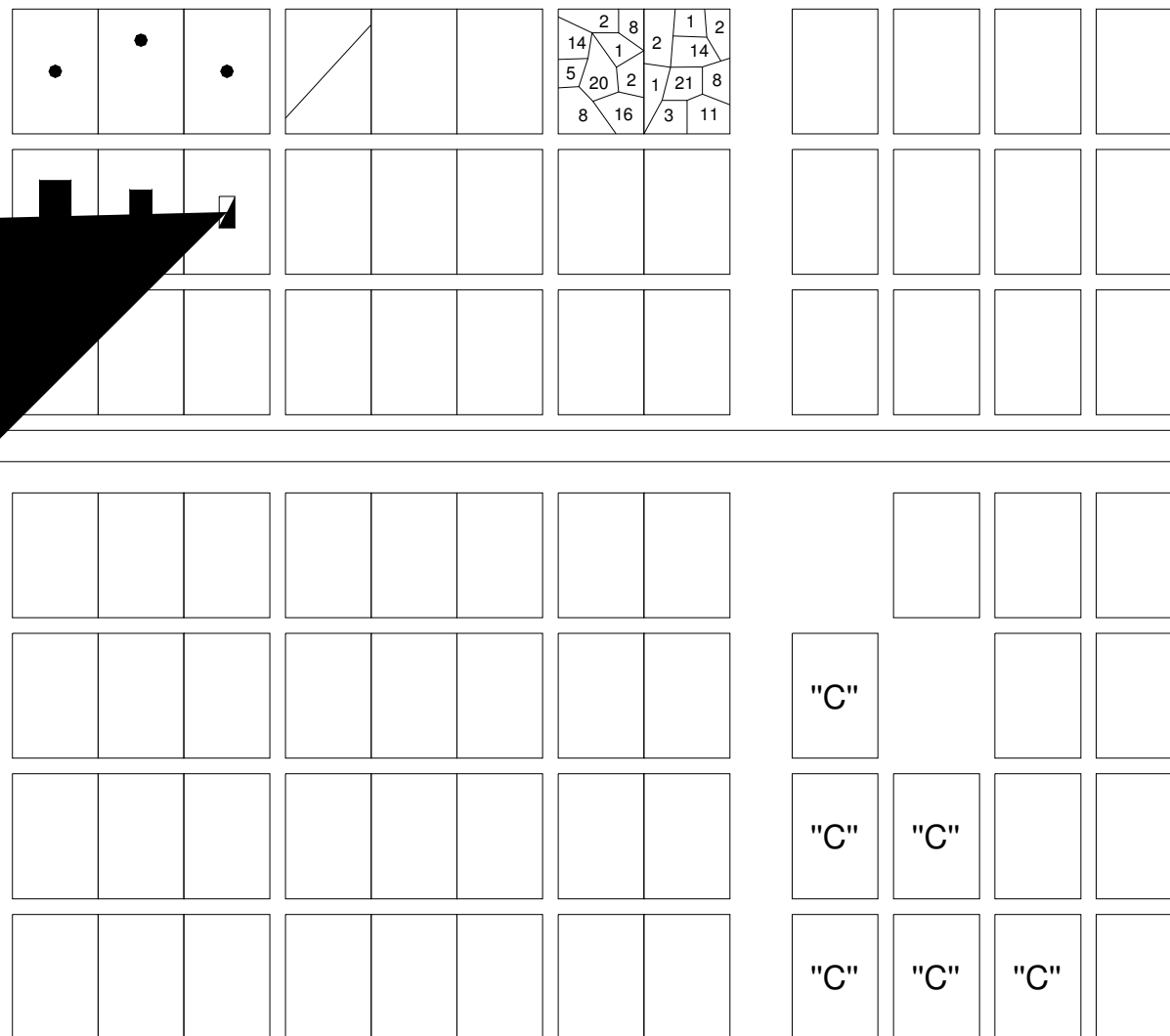


Fig. 5 - Variáveis Visuais. Adaptado de Bertin *apud* Martinelli (1991: p. 15) – Org.: Souza (2005).

3.3 – Cartografia e cartografiação do relevo – considerações sobre mapeamento geomorfológico

Por definição, a Ciência Geomorfológica identifica, classifica e analisa as formas da superfície terrestre, buscando compreender as relações processuais pretéritas e atuais do relevo planetário em seus diversos aspectos genéticos, cronológicos, morfológicos, morfométricos e dinâmicos. Associada a classificação e análise pressupõem-se ainda, uma descrição sobre o modelado e uma avaliação dos complexos físicos e físico-biológicos considerando-se também, a estrutura geológica e os processos morfoclimáticos atuantes ao longo do tempo.

De acordo com Rodrigues (1998; p.50) e seguindo recomendações da União Geográfica Internacional, os trabalhos cartográficos envolvendo a Geomorfologia compreendem basicamente quatro aspectos imprescindíveis sendo eles: a morfometria, correspondente a altimetria, dimensões, desníveis, extensões entre outros itens associados a mensuração das unidades do relevo; a morfologia, agregada a forma das vertentes, vales, topos, etc.; a gênese ligada a denudação e/ou agradação; a cronologia (idade relativa e datação absoluta das formas) e o comportamento morfodinâmico.

Seguindo esta linha de raciocínio, a Geomorfologia pode ser tomada como referência na discussão sobre o emprego da Cartografia bem como, o uso da simbologia gráfica, por estar diretamente ligada à interpretação de dados espaciais sobre o relevo, representados em mapas. Não é a esmo que Ferreira (2003) cita a Cartografia Geomorfológica como *“uma importante ferramenta nos estudos ambientais e no planejamento físico-territorial, gerando subsídios para o entendimento dos ambientes naturais”*.

O trabalho de descrição das formas de relevo pode ser considerado como um dos *“maiores problemas da Cartografia”* (RAISZ, 1969) pelo fato do mapa ser em suma, uma representação plana da superfície terrestre, o que dificulta a visualização da variável altitude e como conseqüência, a análise da estrutura do modelado.

Neste sentido, pode-se afirmar que o trabalho de Cartografia Geomorfológica deve ser apoiado em critérios de representação gráfica bem definidos, a fim de otimizar a leitura e facilitar a interpretação dos fenômenos geomorfológicos.

Sobre a ordenação dos procedimentos durante a elaboração de um mapeamento geomorfológico, Ross (1992; p.25) faz as seguintes considerações:

A cartografia geomorfológica deve mapear concretamente o que se vê e não o que se deduz da análise geomorfológica, portanto em primeiro plano os mapas geomorfológicos devem representar os diferentes tamanhos de formas de relevo, dentro da escala compatível. Em primeiro plano deve-se representar as formas de diferentes tamanhos e em planos secundários, a representação da morfometria, morfogênese e morfocronologia, que têm vínculo direto com a tipologia das formas.

O problema de análise e manipulação de entidades existentes em um determinado contexto espaço-temporal, tal como a característica de um dado relevo, não é um fato novo, embora, apresente-se como uma variável que os estudos geomorfológicos enfocam com dificuldade ou deixam à margem da pesquisa. Tal preocupação foi objeto de estudo de grandes especialistas no assunto, entre eles: TRICART, MERCERJAKOV, AB'SÁBER, CHORLEY E ROSS, a contar de meados da década de 1960. Em todo caso, a maneira mais antiga – e ainda mais comum – de processar e representar os fatos geomorfológicos é através de mapas.

Historicamente, o mapeamento geomorfológico limitava-se a registrar as feições geomorfológicas de uma área de forma descritiva, sem a preocupação de apresentar elementos de importância relevante associados a problemas ambientais. A partir da Segunda Guerra Mundial, essa técnica começou a se destacar de forma mais premente, apresentando-se como método fundamental para a análise do relevo.

No que diz respeito ao desenvolvimento de sistemas de mapeamento, alguns países da Europa tais como a Holanda, Bélgica, Polônia, França e Suíça se destacaram por realizarem ensaios cartográficos de grande expressão e positividade. Foi a partir desses, que adeptos estenderam os trabalhos por toda a Europa e América do Sul, em décadas subsequentes.

Também após a Segunda Guerra Mundial, começaram a surgir de forma importante, estudos cartográficos relacionados à análise do relevo, por autoria principal de pesquisadores da extinta União Soviética, da Polônia e Tchecoslováquia.

Como uma técnica antiga de trabalho, a expressão gráfica dos fenômenos geomorfológicos, vem adquirindo sentido novo ante a complexidade dos fatos estudados, de tal modo que a Cartografia incorporou-se a Geomorfologia como um dos seus novos métodos de trabalho (MOREIRA, 1969; p. 3). Nas últimas décadas, a ciência geomorfológica, tem apresentado novas técnicas metodológicas com uma roupagem atualizada dos parâmetros conceituais e uma base tecnológica apoiada em softwares mais específicos, objetivando a aplicação do conhecimento geomorfológico de forma eficaz no planejamento regional e, aos estudos e manejos ambientais.

Segundo Rosa, (apud SIQUEIRA & ROSA, 1998; p.99):

A forma do relevo é de fundamental importância no estudo das paisagens. As informações topográficas são indispensáveis, devendo ser representadas de forma precisa, clara, simples e por meio de uma simbologia elaborada de modo a aproximar-se ao máximo das formas existentes no espaço geográfico e a facilitar a sua leitura e interpretação. Devem também ser quantificadas, de modo a permitir a avaliação e interpretação correta do modelado.

Atualmente, a tendência é no sentido de uma proposta orientada para retratar-se em mapas geomorfológicos aquelas informações de interesse às necessidades de um planejamento. No entanto, um dos aspectos importantes a considerar no emprego de ferramentas informatizadas em mapeamentos geomorfológicos é a deficiência de simbologias convencionadas para a temática específica de cada mapa.

A questão da representação das formas de relevo também apresenta dificuldades quanto a sua concepção e conceituação. Diversas técnicas são utilizadas para a cartografia do relevo. O trabalho de Salomé & Van Dorsser (1982), por exemplo, apresenta uma comparação entre seis modelos de representação cartográfica do relevo de uma mesma área, mostrando e comparando os diferentes resultados obtidos pelas diferentes técnicas.

Segundo Ross (1992; p.25), *"A Cartografia Geomorfológica resente-se da dificuldade de encontrar adequado modelo de representação gráfica, existindo uma diversidade de propostas metodológicas, que valorizam sempre um determinado elemento do relevo"*. Esse também é o resultado a que chegam Salomé & Van Dorsser (1982), através da experiência citada acima, pois cada um dos modelos de representação segue preferencialmente uma ou outra linha de sustentação teórico-metodológica.

Gellert (apud DEMEK, 1972) também faz ressalva aos itens que devem ser levados em consideração na elaboração dos mapas geomorfológicos, sendo eles: a relação entre o detalhamento da representação e a escala de apresentação do mapa; a base topográfica onde serão representadas as informações; a relação entre o mapa geomorfológico e outros mapas temáticos que componham um estudo e por fim; a possibilidade de representação gráfica tendo em vista aspectos como a diferenciação clara entre as classes representadas, a facilidade de leitura e o entendimento.

A Cartografia Geomorfológica apresenta atualmente um vácuo de padronização sobre simbologia e esquemas de representação a nível nacional. Nenhuma entidade oficial possui publicação de normas de cartografia e representação geomorfológica. Nos últimos simpósios brasileiros de Geomorfologia foram levantados questionamentos a respeito da necessidade de se montar uma comissão de discussão sobre Cartografia Geomorfológica, demonstrando a urgência do tema entre a comunidade de geomorfólogos e pesquisadores afins.

Zacharias (2001, p.14) faz considerações pertinentes sobre a informatização da Cartografia e os problemas relativos a automação dos dados. A ausência de padrões gráficos também é levantada como consequência do próprio processo de informatização dos mapas.

Atualmente os mapas ganham a vantagem da automação dos dados, mas, geram a desvantagem ocasionada pela falta de preocupação com a representação gráfica e visual da informação. É muito comum encontrar mapas digitais com linguagem cartográfica (símbolos) onde somente quem elabora, entende. Também são comuns mapas com grande quantidade de informação e poucos recursos visuais. Senão mapas que, na teoria representam diversas informações, porém na prática nada transmitem pelo simples fato de possuírem uma linguagem gráfica e visual pobre com baixa precisão qualitativa e conteúdo informativo.

Cabe ressaltar que a questão sobre as dificuldades de normalização das convenções vai além do plano nacional estendendo-se também a Cartografia Geomorfológica de países mais avançados, gerando constantemente discussões acerca do assunto.

3.4 – Da cartografia analógica a cartografia digital

No decorrer dos anos 50, 60 e 70, com a entrada definitiva no mercado dos computadores (Quadro 1), a Ciência Cartográfica passa a se dedicar à automação do desenho. A partir desse momento a Cartografia analógica abre frente ao Geoprocessamento apoiada em softwares (SIGs³) e hardwares cada vez mais sofisticados integrando as bases de informação alfa-numérica com a informação gráfica de determinado espaço correspondendo a Cartografia Digital.

Assim sendo, a automatização do processamento de dados georeferenciados começou a despontar, segundo Antenucci et al. (apud CÂMARA et al., 1996), no início dos anos 50, na Grã Bretanha e nos USA, objetivando a diminuição dos custos de produção e atualização dos mapas.

³ Atrelado ao desenvolvimento tecnológico da informática surge a partir da década de 60, com definitiva incorporação na década de 80, os SIGs (Sistemas de Informações Geográficas).

Quadro 1 - Sequência de eventos e os participantes na evolução da Cartografia Digital ao longo do século XX.

SÉC. XX	50's	60's	70's	80's	90's
TECNOLOGIAS	Computadores Eletrônicos	CAD ⁴ - AM/FM ⁵ Mesas de Digitalização Plotters Terminais gráficos de 16 bits	Terminais gráficos de 32 bits Superposição de polígonos	Scanners SIG em micros Estações de trabalho	Operadores em 3D Impressoras de alta resolução
APLICAÇÕES EMERGENTES	Militares Petróleo Meteorologia Transporte	Educação Recursos naturais Planej. urbano Controle de infra-estrutura	Criação de distritos políticos	Epidemiologia Pesquisa de mercado Monitoramento urbano Controle de infra-estrutura	Controle ambiental

FONTE: Adaptado de Zacharias (2001)

Org.: Souza (2005).

Os primeiros Sistemas de Informações Geográficas propriamente ditos datam dos anos 60. O desenvolvimento dos SIGs se deu atrelado a um plano estratégico governamental que visava a automatização dos dados sobre recursos naturais e uso do solo.

Ao longo dos anos 70, desenvolveram-se fundamentos matemáticos direcionados à Cartografia dando origem a topologia aplicada, o que permitiu as análises espaciais entre elementos cartográficos.

Até então, apenas grandes organizações utilizavam SIGs em sistemas de grande porte. Nos anos 80, com a popularização e barateamento das estações de trabalho, computadores pessoais e bancos de dados, o uso de SIGs foi difundido com a incorporação de muitas funções de análise espacial.

⁴ Os sistemas CAD ("Computer Aided Design") surgiram na década de 60 frente ao processo de desenvolvimento do desenho automatizado. São programas de desenho auxiliado por computador.

⁵ AM/FM (Automated Mapping/Facility Management). Correspondem a Sistemas de Mapeamento Automatizado/Gerenciamento de Utilidades, baseados usualmente na tecnologia CAD.

Se o progresso tecnológico, por um lado, facilitou o desenvolvimento desses sistemas, também permitiu aperfeiçoar os mecanismos de aquisição de dados georeferenciados. Com isto, aumentou a complexidade da coleta, armazenamento, manipulação e visualização dos dados em função do seu volume, variedade e heterogeneidade.

A automação dos mapas, por sua vez, também influenciou diretamente na Simbologia Gráfica (convenções) pelas novas possibilidades de representação simbólica permitida pelos softwares de desenhos. As variáveis visuais do sistema de símbolos da linguagem cartográfica tradicional foram gradativamente substituídas por cor e hachuras representadas por pontos, linhas e polígonos vetorizados.

Segundo Pellegrino et al. (1999), o desenvolvimento em numerosas áreas de distintos elementos técnicos do desenho assistido por computador tem significado a informatização do máximo das tarefas possíveis do desenho gráfico.

A aplicação de técnicas de Semiologia Gráfica para a visualização de dados está diretamente ligada a Cartografia atual, principalmente, no que diz respeito aos métodos condicionados ao conjunto integrado de ferramentas SIGs, que possibilitam o armazenamento, manipulação, análise e a representação gráfica das informações.

3.5 – Escala e representação gráfica – emprego da simbologia linear

A escala é uma proporção matemática entre os elementos representados graficamente em um documento cartográfico e seu tamanho real sobre a superfície da Terra.

$$E = \frac{D}{d} \quad \text{Onde:}$$

E ⇒ Escala

D ⇒ Tamanho real do elemento sobre a superfície da Terra

d ⇒ Tamanho do elemento representado no papel

O primeiro item que se procura em um mapa é a escala, pois é ela que informa o grau de generalização do documento segundo o fim a que se destina. Todo e qualquer mapa ou carta deve apresentar esta informação acompanhada por uma representação numérica ou gráfica.

Para elaborar um mapa ou uma carta, segundo as normas da Cartografia, deve-se levar em consideração primeiramente à escala a ser utilizada. Esta por sua vez, é estabelecida de acordo com o tamanho real dos elementos a serem representados. Por conseguinte, há a necessidade de se definir o layout de trabalho (arranjo gráfico do papel) para enfim, iniciar a elaboração propriamente dita do documento.

Dentre os recursos utilizados na execução cartográfica, a simbologia é um dos principais meios de se levar a informação até o leitor e os atributos das diversas temáticas podem ser representados por linhas, pontos e zonas.

Atendo-se a representação linear, pode-se dizer que estas são est

Fator de conversão \Rightarrow utilizado para se atingir o resultado adimensional do denominador. Geralmente emprega-se 0,001m/mm.

Exemplo: Considera-se que uma determinada área onde se deseja desenvolver um mapeamento geomorfológico, as menores feições que se deseja cartografar possuem uma extensão de 50m. A menor escala que deve ser adotada para que estes elementos tenham representação cartográfica será:

$$\text{Denominador da Escala} = \frac{50}{0,5 \times 0,001} = 100.000$$

Portanto o resultado da equação neste caso é 100.000. Outras escalas, com grandes denominadores farão com que o símbolo utilizado para representar o elemento proposto “estoure” ou seja, causem um exagero quando comparado ao seu tamanho real na superfície terrestre.

É importante observar também que a escolha da escala é determinada em função da *finalidade* do mapa e da *conveniência* de seu denominador. Assim, pode-se dizer que o primeiro determina a escala e o segundo, a construção do mapa.

Deve-se salientar que o tamanho da escala varia de acordo com o que será representado. Feições pequenas do modelado exigem uma escala grande (com denominador pequeno). Unidades maiores como, por exemplo, as Bacias Sedimentares e os Planaltos Dissecados exigem uma escala pequena (com denominador grande).

Pode-se afirmar, portanto, que são necessários critérios para se utilizar a simbologia em geral, pois, quanto menor for o nível de detalhes mediante a utilização de escalas com grandes denominadores, maior será o exagero em termos de comparação entre o símbolo e a feição real representada. Ao contrário, quanto maior for o nível de detalhe por conta do uso de escalas com denominadores menores, maiores serão as possibilidades de se utilizar os símbolos sem exagerar no seu tamanho.

Tratando-se dos símbolos lineares contínuos (linha contínua), uma boa distinção não ultrapassa usualmente de quatro a cinco espessuras. Porém, as diversas combinações resultantes do desdobramento do traço, nos permitem um aumento significativo das possibilidades de distinções, como, por exemplo, uma combinação de traços duplos, introduzindo descontinuidades (linhas tracejadas, traço ponto, etc.) ou incorporando símbolos intercalados ao traço (polígonos diversos, traços, letras, números, etc.) (Fig. 6) além é claro, de incorporar cores para separar os elementos (DUARTE, 1991; p.47-48).

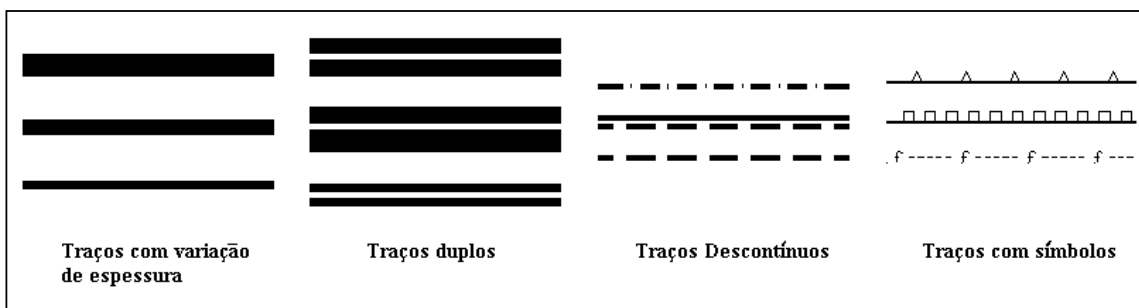


Fig. 6 – Sistema de distinção de símbolos lineares. Adaptado de Duarte (1991: p. 47-48)
Org.: Souza (2005).

Assim sendo, no caso de fenômenos com manifestação linear, as variações visuais poderão ser principalmente de granulação, orientação e de forma, tomando-se o cuidado de manter invariável a espessura e seu “peso” visual (MARTINELLI, 1991; p.56).

Na Cartografia Geomorfológica, a simbologia linear é utilizada basicamente, para representar tipos de formas de relevo. Feições lineares como *escarpamentos*, *fraturas*, *cristas*, *anticlinais*, *sinclinais*, *bordas de patamares estruturais*, *vales*, *rebordos erosivos*, etc. são representados com linhas, acompanhadas ou não por outros símbolos. No processo de cartografiação bem como de alteração de escalas, o comprimento da feição e a “largura” são fatores determinantes, principalmente quando há outros símbolos (figuras geométricas, letras, números, etc.) incorporados às linhas.

As alterações escalares interferem diretamente na morfografia. A representação gráfica de símbolos lineares está intimamente condicionada a escala adotada. Assim sendo, escalas $\geq 1/50.000$ tais como: 1/25.000, 1/15.000, 1/10.000, etc., favorecem o emprego de linhas pois, permitem a grafia das formas com um nível maior de detalhe o que evita determinados tipos de exagero visual.

Neste trabalho, adota-se como critério para cartografia da simbologia linear, intervalos entre as escalas, associadas ao seu grau de generalização (Quadro 2), identificados a partir de análises e interpretações realizadas no Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos Solos (LAGES) do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (IGUFU). As conclusões deste processo deram-se pela comparação entre diferentes mapas geomorfológicos, observando os diversos tipos de emprego dos símbolos lineares.

Quadro 2 – Intervalos entre escalas associados ao grau de generalização.

INTERVALOS ENTRE ESCALAS	GRAU DE GENERALIZAÇÃO
Menor que 1/50.000	Generalização
Entre 1/10.000 e 1/50.000	Semidetalhe
Maior que 1/10.000	Detalhe

Org.: Souza (2005).

Do ponto de vista da produção cartográfica das unidades do relevo brasileiro, os mapas elaborados por Aroldo de Azevedo na década de 1950 e Aziz Nacib Ab'Saber nas décadas de 1960 e 1970 foram analisados, no entanto, por se tratarem em sua maioria, de esboços pictóricos, sem muita técnica cartográfica empregada, não foram totalmente aproveitados neste estudo.

Já os clássicos mapas do Projeto Radambrasil, editados nas décadas de 1970 e 1980, na escala 1/1.000.000 e a série de mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala 1/5.000.000, adotaram o exagero gráfico para permitir a representação simbólica dos objetos mapeados (recurso visual).

Em se tratando mais especificamente dos mapeamentos do Projeto Radambrasil, é possível observar, principalmente nos mapas geomorfológicos e geológicos, que a simbologia adotada não respeitou um critério pré-definido de representação gráfica, ou seja, há casos em que ocorre o emprego de símbolos semelhantes na cartografia de feições diferentes.

Mapas mais recentes, como os elaborados por Jurandyr L. S. Ross na década de 1980 e 1990, também apresentaram distorções com o intuito de proporcionar a visualização e a representação das formas de relevo. Ross (1996, p.44), em seu livro “*Geomorfologia – Ambiente e Planejamento*”, onde trata de questões pertinentes a Cartografia Geomorfológica, fala, entre outros assuntos, da dependência entre a escala de trabalho e o trabalho final.

Não se pode pretender que o grau de resolução e o resultado de uma pesquisa seja o mesmo se operacionalizada em escalas muito diferentes, como por exemplo 1/10.000 e 1/50.000. É fato consagrado que o grau de generalização do trabalho executado na escala 1/50.000 é obrigatoriamente maior do que na escala 1/10.000. A generalização tende a aumentar à medida que a escala diminui.

Doné (1981, p.107-108) também discute sobre a questão da necessidade de uma sistematização para mapas geomorfológicos em função das escalas, para que se possa após tais definições, não correr o risco da descaracterização dos mesmos por conta da simplificação. *A necessidade de tornar as cartas mais claras, a ordenação de princípios e taxonomias, assim como a necessidade do ensino de geomorfologia em cursos de nível médio, universitário e técnico, são preocupações muito discutidas atualmente nos meios de pesquisa geomorfológica.*

No plano internacional os mapeamentos geomorfológicos franceses representados, por exemplo, pelos trabalhos de Jean Tricart através dos trabalhos apresentados no *Principles e Methodes de la Geomorphologie* (1965) e os produtos do *International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences* (ITC – Holanda), que apresenta o *System of Geomorphological Survey de 1975* e que influenciou entre outros o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (1981) elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), também apresentaram “problemas” na representação das feições geomorfológicas através de símbolos lineares.

No âmbito local, Baccaro (1991) desenvolveu estudos no Triângulo Mineiro, na escala 1/1.000.000 sendo que posteriormente, estudos geomorfológicos em escalas maiores (1:500.000 e 1:250.000) foram desenvolvidos na mesma região e no Alto Paranaíba por Ferreira (2002, 2001), no LAGES/UFU. Tais estudos foram acompanhados pelos recentes resultados apresentados por Ferreira (2003) que desenvolveu um trabalho comparativo entre diferentes metodologias para elaboração de mapeamentos geomorfológicos, a partir de versões apresentadas por Salome & Van Dorsser (1982) e Ross (1992), os quais, serviram para confirmar a grande dificuldade técnica de se expressar graficamente os mesmos objetos, ou seja, ficou constatada a ausência de um padrão cartográfico que pudesse ser internacionalmente entendido entre os países.

Ross (1992) estabeleceu critérios para a cartografia do relevo, adaptados segundo a disposição dos fatos geomórficos. Sua proposta baseia-se basicamente na classificação do relevo em seis níveis taxonômicos sendo eles:

1^o taxon - Unidades Morfoestruturais⁶ - É o maior taxon correspondente às macroestruturas geológicas que definem e sustentam um determinado padrão de formas grandes do relevo;

2^o taxon - Unidades Morfoesculturais⁷ - Correspondem aos compartimentos e subcompartimentos do relevo pertencentes a uma determinada morfoestrutura gerados a partir de alterações climáticas. Obrigatoriamente são menores e mais jovens que as unidades morfoestruturais as quais pertencem;

3^o taxon - Unidades Morfológicas ou de padrões de formas semelhantes (modelado) - São conjuntos menores de formas do relevo. Apresentam um padrão de semelhança entre si em função da rugosidade topográfica, bem como do formato de topos, vertentes e vales de cada padrão. Neste taxon os processos morfoclimáticos atuais são mais facilmente notados podendo-se identificar os agrupamentos de formas de agradação (relevo de acumulação) e formas de denudação (relevo de dissecação);

4^o taxon - Tipos de formas de relevo ou conjuntos de formas semelhantes - Corresponde às tipologias de modelado. Formas aguçadas, convexas, tabulares, aplainadas em relevos de agradação e de denudação, planícies fluviais e flúvio-lacustres;

5^o taxon - Tipos de vertentes - São as vertentes ou setores das vertentes, dimensões menores do relevo, quer sejam do tipo convexas, retilíneos, aguçados, planos, abruptos, etc.

6^o taxon - Formas menores de relevo ou de Processos atuais - Último e menor taxon. São formas geradas por processos erosivos e acumulativos atuais como as voçorocas, ravinas, deslizamentos, assoreamentos, depósitos aluvionares de inundações, bem como cortes, aterros, desmontes de morros e outras formas produzidas pelo homem. Só podem ser representadas em trabalhos com escalas grandes (ROSS, 1992, p. 19-22).

Este sistema, dividido em seis níveis taxonômicos, permite a associação entre a morfografia e a escala utilizada, ou seja, é possível limitar a utilização dos símbolos lineares de acordo com o(s) táxon(s) a ser (em) mapeado(s) evitando desta forma exageros na representação gráfica do relevo (Quadro 3). Para escalas “grandes” (1/10.000, 1/5.000, 1/2.000, etc.) os detalhes das formas apresentadas estarão inseridos no 5^o e 6^o táxons. Neste caso, as linhas a serem utilizadas, conseqüentemente, não representarão elementos da morfologia.

⁶ Os conceitos de morfoestrutura e de morfoescultura estabelecidos a partir de Gerasimov (1946), Gerasimov & Mescherikov (1968) e Mescherikov (1968) fornecem uma nova direção teórico-metodológica para os estudos de geomorfologia. Esses pesquisadores, apoiados na concepção de W. Penck, estabeleceram uma classificação do relevo terrestre em três categorias genéticas principais necessária à análise geomorfológica. Estas categorias são os elementos da geotextura, da morfoescultura e da morfoestrutura (ROSS, 1996; p.40).

⁷ Idem

Quadro 3 – Sugestão de escalas a serem utilizadas no processo de morfografia com base nos seis níveis taxonômicos propostos por ROSS (1992).

TÁXON	FORMAS DE RELEVO	ESCALAS SUGERIDAS	EXEMPLOS DE FORMAS
1 ^o <i>Táxon</i>	Unidades Morfoestruturais	Generalização	Bacia Sedimentar do Paraná; Bacia Sedimentar Cenozóica
2 ^o <i>Táxon</i>	Unidades Morfoesculturais	Generalização	Planalto Atlântico; Planalto Tabular; Planalto Dissecado
3 ^o <i>Táxon</i>	Unidades Morfológicas ou de padrões de formas semelhantes (modelado)	Semidetalhe	Relevos Agradacionais; Relevos Denudacionais
4 ^o <i>Táxon</i>	Tipos de formas de relevo ou conjuntos de formas semelhantes	Semidetalhe	Aguçada; Convexa; Tabulares; Aplainada; Planícies Fluviais
5 ^o <i>Táxon</i>	Tipos de vertentes	Detalhe	Convexos; Retilíneos; Aguçados; Planos; Abruptos
6 ^o <i>Táxon</i>	Formas menores de relevo ou de Processos atuais	Detalhe	Voçorocas; Ravinas; Deslizamtos; Assoreamtos; Dep Aluvionares

Adaptação da Classificação Taxonômica do Relevo (Ross, 1992, p. 22).
Org.: Souza (2005).

Portanto, seguindo a metodologia de Ross (1992), tem-se, no processo de cartografia do relevo, uma generalização dos elementos nas escalas de representação das Unidades Morfoestruturais seguido de uma tendência de semidetalhamento do Morfoescultural e seus sub-compartimentos. Por sua vez, as feições menores e os processos decorrentes das esculturações atuais do relevo, são representados em escalas de detalhe, conforme a figura 7.

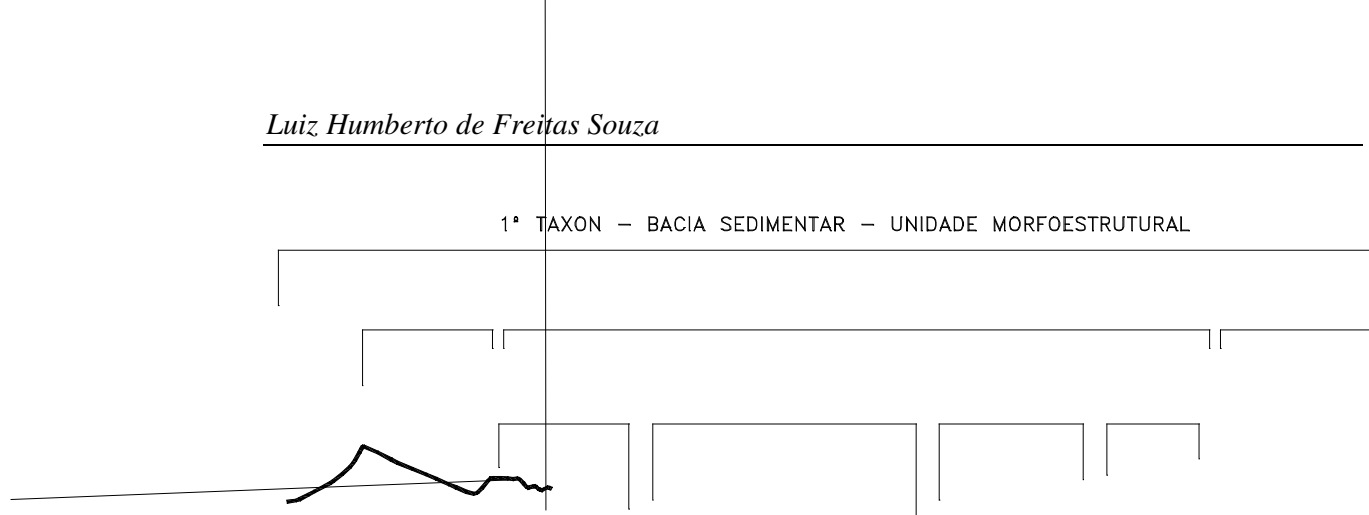


Fig. 7 - Classificação Taxonômica do Relevo (Ross, 1992, p. 22).
Desenho: Souza –2005.

Por conseguinte, a utilização dos símbolos lineares está limitada principalmente pela escala adotada, ou seja, ao grau de generalização. Neste caso, recomenda-se para a morfografia do 1º e 2º táxons apenas a utilização de traços duplos, contínuos ou descontínuos sem variar a espessura. Por se tratarem de formas grandes do relevo, as linhas são usadas para separar as próprias unidades morfoestruturais e morfoesculturais.

O 3º táxon, embora se encontre na quadro 3, incluído no grupo das escalas de semidetalhe, é considerado o ponto de transição, pois, há algumas restrições em termos de utilização da simbologia linear. É possível utilizar para este caso, apenas algumas variações diferentes das empregadas no 1º e 2º táxons, ainda assim, não muito representativas.

A partir do 4º táxon, tem-se a possibilidade de utilizar significativamente a simbologia linear alternando entre a variação de espessura, descontinuidade e principalmente, a incorporação de símbolos diversos ao longo da linha. Desta maneira, podem ser representadas formas de origem estrutural, denudativa, fluvial, marinha, glacial, além da morfometria e da topografia indispensáveis aos mapas geomorfológicos.

Além da relação entre o detalhamento da representação e a escala do mapa, deve-se levar em consideração também, a base topográfica onde serão representadas as informações, a relação entre o mapa e outros mapas temáticos que componham um determinado estudo e ainda, a possibilidade de transformar uma dada informação em um símbolo gráfico tendo em vista a diferenciação clara entre as classes representadas, a facilidade de leitura e o próprio entendimento do documento cartográfico (RODRIGUES, 1998; p.55-56).

É importante ressaltar que dependendo da variabilidade interna, alguns sistemas de classificação taxonômica podem continuar a se subdividir, em quanto outros, mostram uma pobre diversificação na hora de elaborar uma Cartografia Geomorfológica. Sendo esta uma classificação “aberta”, podem ser agregados sucessivos níveis e classes (LATRUBESSE, RODRIGUES & MAMEDE, 1998; p.684).

Neste contexto é imprescindível uma “boa” legenda. Esta se constitui como um veículo indispensável, pois leva o significado dos signos adotados na representação, na qual a verbalização é indispensável para suprir as limitações da visualização⁸. Ela diz o que exige uma tradução verbal e aparece onde termina a utopia da linguagem gráfico-visual. Torna-se assim, chave da leitura, indispensável a análise e a interpretação das informações contidas no mapa (MARTINELLI & PEDROTTI, 2001; p.42).

A estrutura de um mapa pode ser considerada concisa a partir do momento em que há um concílio entre a técnica e o bom senso. A proposta exposta neste trabalho se estende não só a Cartografia Geomorfológica, mas a todos os ramos da Ciência Cartográfica. São recomendações para serem levadas em consideração antes, durante e após o processo de cartografiação.

⁸ Ver: REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO: Comunicação gráfica – bases conceituais para o entendimento da linguagem cartográfica. p.9

3.6 – Sistema ITC para levantamentos geomorfológicos

Em meados da década de 1930 até 1955, houve a disseminação de vários mapeamentos considerados pictóricos e/ou grosseiros. Tal fato ocorreu principalmente nos Estados Unidos da América (EUA) marcando uma fase de pouca preocupação com a representação da realidade fisiográfica do espaço.

Tais esboços topográficos, de escala continental, mais desenhados do que cartográficamente, meia documentação continental

fotointerpretação neste caso auxilia tanto no processo de representação gráfica do relevo como no planejamento das ações durante os trabalhos de campo.

Levando-se em consideração que a maioria dos mapas aplicados a ciência geomorfológica compreende os aspectos morfométricos, morfográficos, morfogenéticos e morfocronológicos das formas terrestres, além da litologia e os processos morfológicos, esse sistema torna-se muito apropriado para consulta e abordagem, pois o mesmo, procede da criação de geomorfólogos que levaram em consideração todos estes aspectos mencionados.

Neste sentido, foi desenvolvido um manual contendo símbolos – geomorfológicos e geológicos básicos – obedecendo ao conteúdo dos mapas, assim definidos:

- a) *Mapas preliminares* – elaborados antes do trabalho de campo e baseados na interpretação das fotografias aéreas. Servem de ponto de partida para os mapas seguintes;
- b) *Mapas com fins gerais ou “standard” (Quadro 4)* – resultado das investigações geomorfológicas puras e geralmente podem ser aplicáveis nas mãos de um geomorfólogo competente;
- c) *Mapas com fins especiais (Quadro 5)* – produto de investigações geomorfológicas aplicadas. Subdividem em dois tipos:
 - c.1) *Mapas de morfo-conservação* – para prospecção de engenharia e de conservação;
 - c.2) *Mapas hidro-morfológicos* – para fins hidrológicos.

Acerca desses mapas e, ainda de acordo com o Sistema ITC, alguns aspectos recebem uma atenção especial:

- a) Os mapas gerais (“standard”) são complementados pelos mapas especiais;
- b) Dá-se importância as principais unidades genéticas das formas do relevo, que coincidem geralmente com os sistemas ou unidades de geoformas;

- c) Geralmente utilizam-se áreas coloridas, porém, se trata também de representar a informação essencial por meio de símbolos lineares utilizando o mínimo de cores a fim de simplificar a reprodução do mapa.

Logo, os padrões de símbolos lineares são divididos segundo as características dos mapas e subdivididos de acordo com os fenômenos geomorfológicos sendo que, os mapas preliminares por se tratarem de documentos provisórios, não entram no grupamento. Desta forma tem-se:

Quadro 4 – Grupo 1: *Símbolos lineares para os mapas gerais.*

FENÔMENOS GEOMORFOLÓGICOS	COR RECOMENDADA
1.1 Formas de origem estrutural	púrpura
1.2 Formas de origem vulcânica	roxo
1.3 Formas de origem denudativa	pardo
1.4 Formas de origem fluvial	azul escuro
1.5 Formas de origem marinha	verde
1.6 Formas de origem glacial/peri-glacial	azul claro
1.7 Formas de origem eólica	amarelo
1.8 Formas de origem de solução (Karst)	laranja
1.9 Morfometria	preto
1.10 Litologia	preto/cinza
1.11 Cronologia	preto
1.12 Topografia	preto/cinza

Adaptado do manual técnico do ITC para Levantamentos Geomorfológicos – “ITC textbook” (VERSTAPPEN & VAN ZUIDAM, 1975; p.19)
Org.: Souza (2005).

Nos mapas gerais, os tipos menores de relevo genético e também os processos são indicados por linhas. A simbologia deve selecionar de tal maneira que sua impressão em preto e branco não produza uma confusão para o observador do documento cartográfico.

Os símbolos sempre devem ser acompanhados de uma legenda escrita, indicando a cronologia, toda vez que se separar a idade dos fenômenos. Usualmente, é recomendável aplicar cores as principais unidades geomorfológicas e indicar os símbolos lineares em preto. No entanto, de acordo com o ITC, há também a possibilidade de se representar às linhas coloridas conforme sua especificidade.

Quadro 5 – Grupo 2: *Símbolos lineares para os mapas com fins especiais*

FENÔMENOS GEOMORFOLÓGICOS	COR RECOMENDADA
2.1 Mapas de morfo-conservação	preferivelmente cinza
2.2 Mapas hidro- morfológicos	preferivelmente cinza

Adaptado do manual técnico do ITC para Levantamentos Geomorfológicos – “ITC textbook” (VERSTAPPEN & VAN ZUIDAM, 1975; p.19)

Org.: Souza (2005).

Os processos e as formas geomorfológicas nos mapas com fins especiais, são destacados com símbolos lineares. Pode-se utilizar, além da cor cinza (preferencialmente), o roxo para os processos ativos. Os contornos das unidades maiores devem ser desenhados com traços mais grossos em conjunto com seus nomes abreviados.

Nota-se, portanto, que a principal preocupação do Sistema ITC está voltada para a padronização das convenções (legenda) de acordo com as necessidades do profissional geomorfólogo, atendo-se também as especificidades da área mapeada e as particularidades relativas à forma e custos embutidos na impressão/reprodução do documento cartográfico.

3.7 – Sistema CAD e software AutoCAD – aplicações na cartografia digital

De acordo com Angelin & Júnior (2000), o sistema CAD pode ser definido como um conjunto de software e hardware destinado à automação do processo de representação gráfica, composto genericamente por três módulos fundamentais sendo: *módulo de desenho*, *módulo de edição/manipulação* e *módulo de reprodução*, denominados como "computer graphics". Ao longo dos anos esses sistemas receberam vários nomes, tais como CAD ("Computer Aided Design"), CADD ("Computer Aided Drafting and Design"), etc.

O AutoCAD é um software de “desenho auxiliado por computador” (Computer Aided Design - CAD), da AutoDesk Inc., com funções específicas destinadas ao desenvolvimento e auxílio nas representações gráficas em diferentes áreas.

De acordo com Pellegrino et al. (1999), o CAD é a criação e a modificação de uma estrutura de dados que representa diferentes modelos do objeto que se desenha, além de oferecer uma interação gráfica e uma utilização de um conjunto de meios e automatismos de representação.

Embora muitos especialistas não considerem, há quem utilize as ferramentas do AutoCAD para inúmeros trabalhos no campo da Cartografia Digital já que esse sistema contribui com software, hardware, técnicas para entrada de dados, exibição, visualização, representação em 2D e 3D, manipulação, representação de objetos gráficos, entre outros recursos.

Moura (1997, p.2), em *Globalização e metodologias no uso do Geoprocessamento* afirma que:

A cartografia digital pode ser elaborada com os recursos de um CAD – Computer Aided Design, já apresentando as vantagens do trabalho em níveis de informação, da construção de mapas em escala real (1:1) e da precisão que se pode obter da elaboração de mapas e cálculo de áreas. (...) No “topo de linha” estão os SIGs – Sistemas de Informações Geográficas, apresentando os recursos existentes nos CADs, nos Dektop Mappings, e acrescentando a possibilidade de se trabalhar com relações topológicas, ou seja, mapeamento de informações espaciais resultantes de relações que vêm da matemática dos conjuntos (intercessão, união, vizinhança...).

Neste sentido, o software AutoCAD em conjunto com imagens de satélites, fotografias aéreas, mapas anteriormente levantados e digitalizados, permite a associação de um ponto geográfico a informações de bancos de dados para descrever, analisar, estudar e planejar sobre um determinado assunto.

Contudo, Cintra (apud ZACHARIAS, 2001; p.13) afirma que:

Existe uma distinção nítida entre a Cartografia Digital e os Sistemas de Informação Geográfica. Embora utilizem os mesmos equipamentos, afirma o autor (op.cit.) a Cartografia Digital visa fundamentalmente o mapa (sua automação, elaboração, armazenamento em meio eletrônico para facilitar a sua manipulação, etc.). Os Sistemas de Informação Geográfica visam fundamentalmente o projeto, o cruzamento de variáveis no tempo e no espaço, o planejamento, entre outros, sendo elaborados pensando nas respostas às perguntas dos indivíduos para uma determinada área envolvida.

Assim sendo, apesar do AutoCAD ser utilizado na Cartografia Digital, há de se ressaltar que seus recursos são limitados à representação gráfica e a utilização de um banco de dados simples, com pouca quantidade de informações. Trata-se de uma ferramenta direcionada à exibição e não à análise espacial dos dados propriamente dita.

3.7.1 – Software AutoCAD – utilização de símbolos lineares (“linetypes”)

Conforme referências do Tutorial do AutoCAD (Versão-2000), as linhas são chamadas de linetypes (tipos de linhas) por apresentarem a forma gráfica de exibição do símbolo linear. Elas podem ser classificadas em simples e complexas sendo que, uma linha simples consiste na combinação de dashes, dots, e spaces (traços, pontos e espaços, respectivamente). As complexas correspondem a uma associação de caracteres “simples” e símbolos especiais intercalados, os chamados shapes (formas).

Os tipos de linhas são muito utilizados na construção de segmentos e polígonos diversos sendo, portanto, um recurso indispensável na representação gráfica digital. O termo “linetype” corresponde ao próprio comando de aplicação no software. Neste caso, as linhas podem ser acessadas por dois meios básicos sendo o primeiro, pela linha de comando – digitando seu nome – e o último, através do menu suspenso seguindo o caminho: menu format ⇒ comando linetype (Fig. 8).

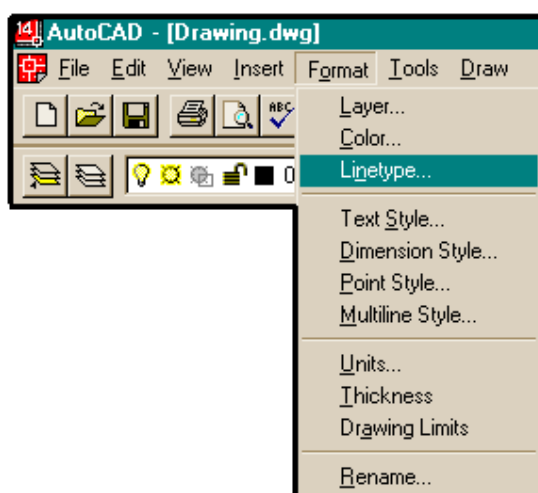


Fig. 8 – Acesso ao comando linetype através do menu suspenso. (AutoCAD 2000, Copyright Microsoft Corp.)
Org.: Souza (2005).

Após a efetivação do comando, abre-se uma caixa de diálogo (Fig. 9) contendo as linetypes correntes bem como as opções de configuração e o botão “load” que leva a caixa de gerenciamento das linhas (Fig. 10) disponíveis conforme o arquivo ativado no momento.

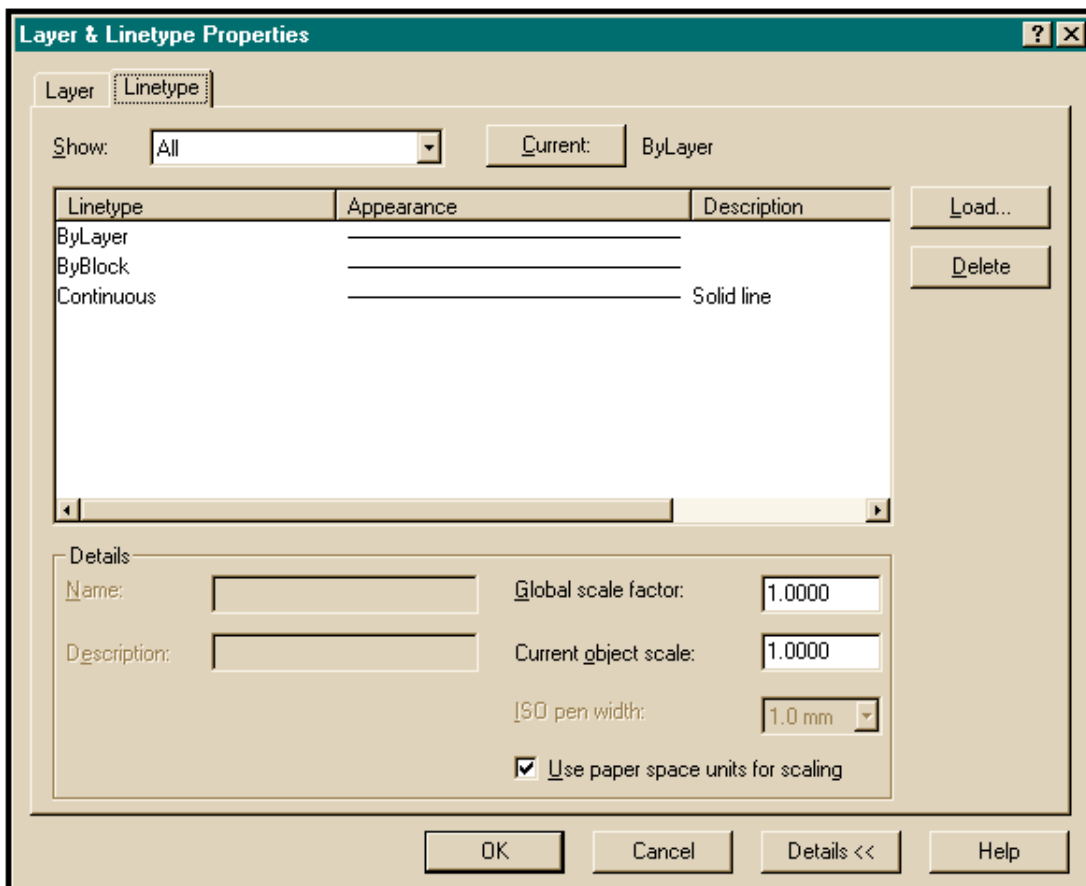


Fig. 9 –Linetypes correntes. (AutoCAD 2000, Copyright Microsoft Corp.) – Org.: Souza (2005).

Nos desenhos novos, a caixa de diálogo contendo as linetypes correntes, apresenta somente três tipos de linha. Primeiramente a explanação de linetype contínuo é consideravelmente óbvia pelo fato de sua definição ser construída a partir do próprio efeito.

Os outros dois nomes embora sejam apresentados na caixa, não são necessariamente linetypes. “Bylayer” significa simplesmente que o objeto faz exame nas propriedades do linetype da layer (camada) ativa no desenho. “Byblock” quer dizer que ao usar um objeto em uma definição de bloco, este por sua vez fará um exame tal como na Bylayer, nas propriedades do linetype da camada ativa onde foi incluído o bloco.

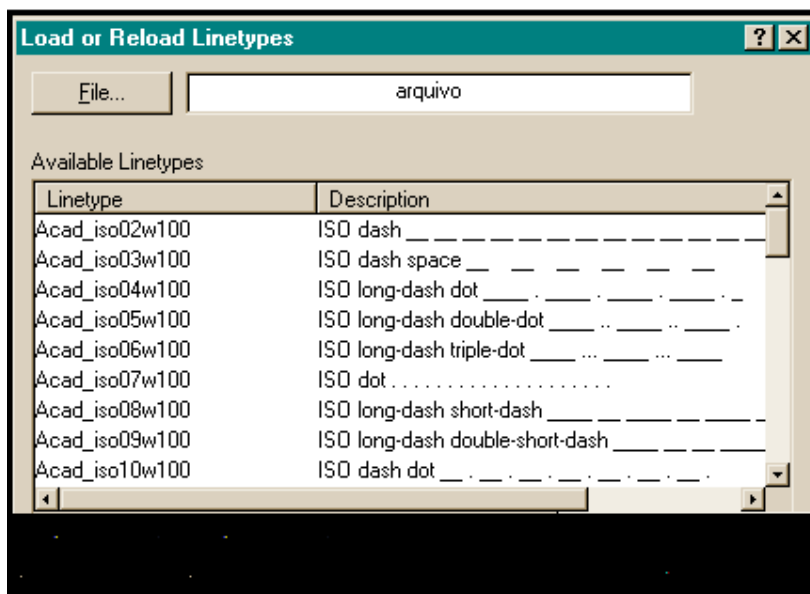


Fig. 10 – Caixa de diálogo - Gerenciamento das linhas.
(AutoCAD 2000, Copyright Microsoft Corp.) – Org.: Souza (2005).

No quadro de gerenciamento das linhas (Fig. 10) existem 46 tipos de “linetypes” onde é possível escolher a que melhor se adapta ao trabalho em desenvolvimento. As linhas são apresentadas de acordo com o arquivo escolhido, ou seja, aquele que contém os símbolos programados.

Cada definição de linetype tem um nome e uma descrição que varia segundo o tipo de linha. Para as “simples”, é apresentada uma série de traços e pontos. No caso das “complexas”, é dado um misto de letras, números e símbolos diversos. Em ambos os casos a intenção é mostrar aproximadamente uma idéia da aparência da linha.

Conforme Parsai (2003[a]), as linetypes são definidas dentro de arquivos de texto salvos com a extensão⁹ “lin”. Há dois arquivos já prontos no AutoCAD que são eles: “acad.lin” e “acadiso.lin”. É possível adicionar novas linhas em um destes arquivos ou criar um personalizado. Ao utilizar os arquivos existentes, é conveniente trabalhar com o último mencionado, pelo fato de garantir a integridade das informações arquivadas no caso de alguma alteração equivocada.

⁹ [Do lat. *extensio*.] S.f. 9. Inform. Curta seqüência de caracteres, opcionalmente adicionada ao final do nome de um arquivo, ger. separada deste por um ponto, e que indica o tipo do arquivo, segundo sua função ou formato. [P. ex.: “.doc”, para documentos; “.exe”, para executáveis; “.html”, para documentos da Web.]. (DICIONÁRIO AURÉLIO ELETRÔNICO, Versão3.0, 1999).

O AutoCAD armazena os tipos de linha no formato ASCII (American Standard Code for Information Interchange). “Quando se cria um novo tipo de linha, na realidade inclui-se informação no arquivo ou cria-se um novo contendo definições próprias” (OMURA, 1993). O formato ASCII corresponde a uma tabela de códigos de sete bits (enquanto o ASCII expandido corresponde a oito bits) estabelecida pelo ANSI (American National Standart Institute), para caracteres do teclado. É um conjunto de códigos para o computador representar números, letras, pontuação e outros caracteres.

Em termos gerais, pode-se dizer que as linetypes são definidas a partir de dois processos sendo o primeiro pela própria linha de comando do software e a segunda, através de editores de texto tais como o “NotePad” e o “WordPad”.

Por se tratar de um software genérico aplicado a representação gráfica digital, as linhas disponíveis na biblioteca do AutoCAD não conseguem suprir as necessidades dos profissionais que utilizam este recurso, proporcionando na maioria dos casos, uma falta de padronização já que, o improvisado de linhas torna-se uma das alternativas para suprir tal carência.

Oportunamente, associa-se a seguinte consideração de Moura (1997, p.4) sobre o uso indiscriminado da simbologia cartográfica:

Acreditando-se na Cartografia como veículo de comunicação de dados espaciais, torna-se essencial o coerente tratamento das informações gráficas, garantindo a correta interpretação dos dados. Um mapa deve ser construído, e não apenas desenhado, observando as propriedades inerentes à percepção visual.

Embora o AutoCAD ofereça tipos de linhas freqüentemente usados em desenhos, Omura (1993) afirma que, a descontinuidade entre os traços e os pontos pode não estar como se deseja, ou então pode ser preciso um tipo de linha totalmente novo.

Baseado no Manual técnico do ITC para Levantamentos Geomorfológicos – “ITC textbook” (VERSTAPPEN & VAN ZUIDAM, 1975), algumas linhas existentes na biblioteca do AutoCAD (Quadro 6) podem ser aproveitadas na representação gráfica digital das unidades de relevo sendo que a maioria, enquadram-se no conjunto das linhas simples do software ou seja, na combinação de traços, pontos, e espaços. No entanto, nota-se que o aproveitamento é muito limitado quando comparado às inúmeras convenções apresentadas no manual.

Quadro 6 - Linhas disponíveis na biblioteca do AutoCAD e exemplos de representação gráfica na Cartografia Geomorfológica baseados no Sistema ITC .

LINHAS	LINETYPE	APARÊNCIA	EXEMPLOS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
Simples	CONTINUOUS	_____	i) Campo de Lava/Fluxo; ii) Curvas de Nível.
	CENTER 2	-----	i) Crista Estrutural Abrupta com Fratura; ii) Contato Litológico Provável.
	DASHED 2	-----	i) Canais Temporários; ii) Dunas Costeiras; iii) Vale Seco.
	DASHDOT	- . - . - . - . - .	i) Caminhos; ii) Limite de Inundação.
	DASHDOTX 2	___ . ___ . ___	i) Unidades hidro-morfológicas
	DOT	i) Isoietas

Org.: Souza (2005).

4. PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS

Os procedimentos técnico-operacionais podem ser divididos em dois grupos: *técnicas de gabinete e técnicas de campo*.

Dentre as *técnicas de gabinete* destacam-se:

4.1 – *Revisão bibliográfica;*

4.2 – *Elaboração e programação de simbologia geomorfológica digital;*

4.3 – *Elaboração da biblioteca de símbolos lineares para emprego na Cartografia Geomorfológica.*

4.4 – *Mapeamento Geomorfológico.*

Dentre as *técnicas de campo* destaca-se:

4.5 – *Trabalhos de campo para reconhecimento, coleta de dados e escolha da área a ser mapeada.*

4.1 – Revisão Bibliográfica

Neste item foram avaliados os materiais pertinentes ao processo de elaboração cartográfica, programação de linhas no software AutoCAD, mapeamento geomorfológico tradicional e digital.

4.2 – Elaboração e programação de simbologia geomorfológica digital

Esta etapa de trabalho consistiu na geração de tipos de linhas (linetypes) simples e complexas programadas em ambiente AutoCAD. O processo de programação consiste na geração da linguagem, teste de viabilidade e aplicação prática em forma de ensaio. Como resultado, foram geradas 40 linhas distintas, englobando diferentes feições geomorfológicas lineares.

4.3 – Elaboração da biblioteca de símbolos lineares para emprego na cartografia geomorfológica

A elaboração da biblioteca foi executada sob a forma de quadro onde foram apresentados: o nome da linha, a aparência ou imagem gráfica (significante) e a sua representação gráfica acompanhada de uma breve descrição da aplicação do símbolo (significado). Os símbolos representados foram desenhados individualmente no software AutoCAD e exportados posteriormente no formato “wmf”.

4.4 – Mapeamento Geomorfológico

O processo de Mapeamento Geomorfológico foi iniciado a partir da escolha da área de ensaio e posteriormente, a obtenção das imagens de satélite correspondentes. Neste caso, foram utilizadas imagens disponibilizadas pela EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária em seu sítio eletrônico, no formato “jpg” e uma carta topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Na identificação das unidades geomorfológicas, foram interpretadas imagens orbitais do Satélite Landsat 7 / Sensores ETM+ e 5TM, Bandas 5, 4, 3 / RGB - EMBRAPA / Folhas: SF-23-V-A-III-2-SE; SF-23-V-A-III-4-NE; SF-23-V-B-I-1-SO; SF-23-V-B-I-3-NO, na escala 1/25.000, com referência no Datum South América 1969 (SAD 69) obtidas em julho de 2005. A carta topográfica empregada foi a da Serra da Canastra – Folha: SF-23-V-A-III-4, na escala 1/50.000, do IBGE, de 1971.

No trabalho de georeferenciamento, vetorização e cartografia das bases, foi utilizado o software AutoCAD 2000. As peculiaridades compreendidas pelas feições intrínsecas ao relevo local possibilitaram a representação gráfica das linhas. As cristas, escarpas, falhamentos e formas associadas foram representadas cartograficamente por meio de símbolos lineares. É neste momento que a simbologia digital, especialmente desenvolvida para este fim, foi empregada.

A elaboração deste ensaio cartográfico fundamentou-se em duas metodologias. Para interpretação dos fatos geomorfológicos, foi utilizada a metodologia taxonômica do relevo proposta por Ross (1992) que, trabalhando com os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, estabeleceu uma organização sistemática para interpretação e representação cartográfica do relevo em seis táxons de hierarquia.

Devido ao fato dessa metodologia não apresentar critérios explícitos para utilização da simbologia linear, foram associados a ela os padrões simbólicos propostos no manual técnico do ITC *System of Geomorphological Survey de 1975* do *International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences* (ITC – Holanda), os quais estabelecem símbolos para mapas gerais e especiais, conforme citado no item 3.6 (p.38). Portanto, a metodologia do Ross (1992) foi empregada na classificação e interpretação do relevo e a metodologia do ITC, na morfografia das feições lineares do mesmo.

Os aspectos geomorfológicos foram codificados por um conjunto de símbolos alfanuméricos a exemplo do PROJETO RADAMBRASIL realizado na década de 1980. Deste modo, as formas denudacionais (D), são acompanhadas da informação do tipo de modelado dominante: aguçado (a), convexo (c), e tabular (t), compondo-se os conjuntos Da, Dc e Dt. Já a única forma de acumulação (A) identificada, é seguida do tipo de gênese que a gerou, ou seja, terraço fluvial (tf), compondo o conjunto Atf.

Para acompanhar os conjuntos dos Padrões de Formas Semelhantes, Ross (1992, 1997) adaptou do Projeto Radambrasil uma Matriz de Índices de Dissecação do Relevo (Tabela 1) com o intuito de fazer a leitura dos diversos índices do grau de entalhamento dos vales (variando de muito fraco a muito forte), como também medir os índices da dimensão interfluvial dos vales, que podem variar de muito grande a muito pequeno.

Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo - Escala 1:250.000

Graus de entalhamento dos vales (classes)	Dimensão interfluvial média (classes)				
	Muito grande (1) >3.750m	Grande (2) 1.750 a 3750m	Média (3) 750 a 1.750m	Pequena (4) 250 a 750m	Muito peq. (5) < 250m
Muito Fraco (1) < 20m	11	12	13	14	15
Fraco (2) 20 a 40m	21	22	23	24	25
Médio (3) 40 a 80m	31	32	33	34	35
Forte (4) 80 a 160m	41	42	43	44	45
Muito Forte (5) >160m	51	52	53	54	55

Tabela 1: Matriz dos índices de dissecação do relevo. Escala 1/250.000.

Fonte: Modificado a partir da metodologia do Projeto Radambrasil - MME – DNPM-1982. ROSS (1992, 1997).

Ao fazer a leitura desta tabela, tem-se uma composição numérica que corresponde da esquerda para a direita respectivamente o entalhamento dos vales e a dimensão interfluvial média ou a densidade de drenagem. Tal composição forma os códigos das Unidades Morfológicas de acordo com o seu nível de dissecação, formando, por exemplo, conjuntos como Dc₃₄, Dc₃₅, Dt₂₃ e Dt₂₄ entre outras.

Tais valores numéricos que acompanham os códigos das Unidades Morfológicas são resultados da média das dimensões interfluviais (medidas efetuadas entre um ponto e outro – mediano – de cada canal de drenagem amostrado) para os padrões de formas semelhantes identificados.

O processo de inserção da imagem de satélite e da carta topográfica no software AutoCAD é dado a princípio pela determinação das dimensões da área de estudo e a escolha da escala de trabalho. É nesta etapa que é definido o formato de papel a ser utilizado. Para o bom andamento da cartografia, é muito importante que a escala a ser empregada seja previamente definida. As letras e os números são diretamente proporcionais a ela.

Posteriormente as bases são importadas para o software como imagens rasters, seguido da formatação da escala natural das mesmas, ou seja, a delimitação dos limites reais de cada imagem a partir da relação entre um objeto qualquer representado e seu tamanho real na superfície terrestre. As imagens são inseridas uma a uma e o procedimento explicitado é adotado para todas.

A justaposição das “quadrículas” utilizadas é realizada por meio da identificação de pontos em comum tais como curvas de um determinado rio, entroncamentos de estradas, feições regulares (geometricamente) do relevo, etc.

Recomenda-se que sejam utilizados os três espaços de trabalho do AutoCAD – model space [tiled], model space [floating] e paper space – visto que estes determinam consecutivamente, o espaço do desenho cartográfico, o espaço para o processo de escala e o espaço do formato do papel.

Após a inserção e a configuração das imagens de satélite e da carta topográfica, são iniciados

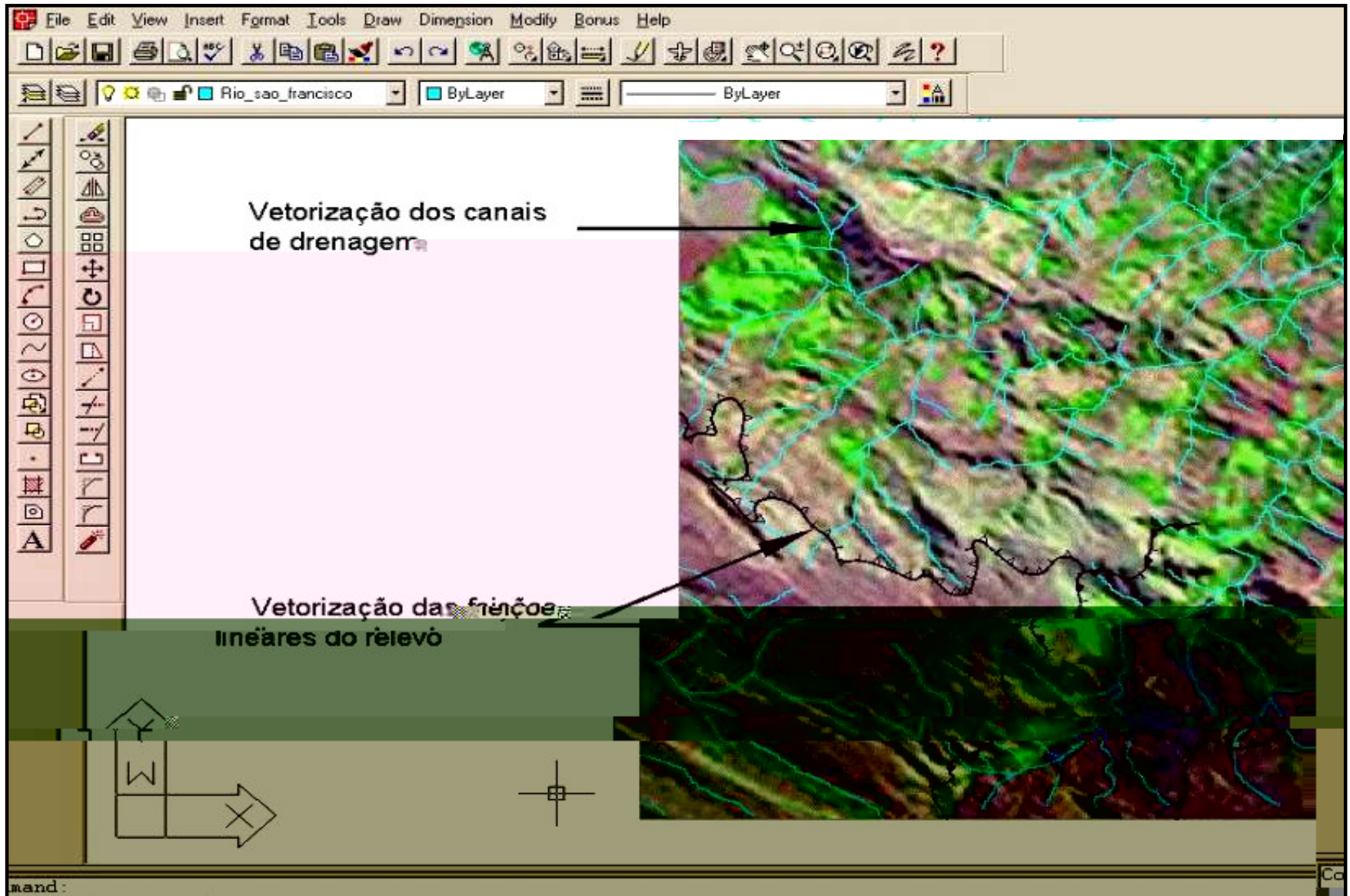


Fig.11 – Interpretação visual em tela. Em destaque, vetorização da drenagem (azul) e feições lineares do relevo (preto) na imagem de satélite. Trabalho executado com o emprego do software AutoCAD 2000 (Copyright Microsoft Corp.) – Org.: Souza (2005).

A rugosidade, a cor e as sombras na imagem de satélite (fig. 11) indicam a forma em que se dispõem e orientam as feições do relevo, levando a classificação de suas tipologias (4º taxon) em formas planas, tabulares, dissecadas ou aguçadas. Dependendo da escala de trabalho, talvez não seja possível traçar os limites das macroformas fazendo-se conveniente à utilização como apoio, de mapas geológicos e geomorfológicos a nível regional.

No estudo em questão, a escala adotada foi de semidetalhe. Neste sentido, as formas de relevo representadas ficaram entre o 1º e o 4º táxon, abordando consecutivamente as unidades morfoestruturais, morfoesculturais, morfológicas ou padrões de formas semelhantes (modelado) e tipos de formas de relevo. Os tipos de vertentes (5º táxon) e as formas menores de relevo ou de processos atuais (6º táxon), não foram representados por conta da própria limitação de detalhes, imposta pela escala.

Os tipos de formas de relevo foram representados por meio de cores com variação de valores. No caso das feições lineares, estas por sua vez, tiveram sua representação gráfica dada pelas linhas especiais elaboradas para a cartografia geomorfológica. Cada linha desenhada obedeceu aos critérios predefinidos no manual técnico do ITC.

4.5 – Trabalhos de campo para reconhecimento, coleta de dados e escolha da área a ser mapeada.

Além das atividades de vetorização e cartografiação, foram realizados reconhecimentos de campo (antes e depois), acompanhados do preenchimento de “fichas” específicas, objetivando o registro e arquivamento dos dados coletados de forma ordenada e objetiva, tudo para auxiliar na interpretação geomorfológica. A complementação das informações foi realizada por meio de revisões bibliográficas.

Foram utilizados neste processo, vários instrumentos e documentos cartográficos tais como: cartas topográficas, cartas hipsométricas, imagens orbitais, mapas temáticos (geomorfológicos, geológicos, pedológicos, etc.), GPS, clinômetro, altímetro, bússola geológica, máquina fotográfica, carta de Munsell, ferramentas para coleta de amostras de rocha e solo, entre outros.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES: Processo de aperfeiçoamento e desenvolvimento de linetypes no AutoCAD

O primeiro passo a ser tomado para desenvolver uma linha, é esboçá-la de modo que se possa classificá-la como simples ou complexa de acordo com sua aplicação. A partir de então se opta entre a criação utilizando a linha de comando do software ou por meio de um editor de texto. Tudo vai depender da aparência gráfica, ou seja, a disposição e o emprego de determinados caracteres.

Omura (1993) utiliza a expressão “-linetype” na linha de comando para dar início ao processo das entidades lineares. A cada nova ação surgem novos pedidos de entrada de dados. A primeira indicação que aparece no prompt é: “Enter an option [?!/Create/Load/Set]” que pede para entrar com uma das opções disponíveis no interior dos colchetes.

5.1 – Criação de linetypes simples

Ao optar pela criação de novas entidades gráficas deve-se definir a princípio, o nome da linha que se pretende criar (“Enter name of linetype to create”) seguido da elaboração de um arquivo que irá conter essa e outras linhas desenvolvidas segundo os mesmos critérios pré-definidos. Lembrando que para o aperfeiçoamento das entidades existentes, o AutoCAD, segundo Parsai (2003 [a]), conta com um arquivo próprio (“acadiso.lin”) que serve como reserva em alguma eventualidade.

No caso da Cartografia Geomorfológica, podemos criar um arquivo específico com a descrição das linhas simples que serão utilizadas. Após a criação e efetivação do mesmo, o prompt de comando solicitará uma descrição de texto opcional (“Descriptive text: Enter optional descriptive text”) que corresponderá à aparência aproximada do símbolo linear, devendo ser descrita ao longo da linha de comando. Tal descrição poderá conter no máximo 47 caracteres podendo ser um comentário ou uma série de traços, pontos e espaços demonstrando a representação aparente de um linetype simples.

O próximo passo consiste na programação da linha (“*Enter linetype pattern (on next line): A,*”) onde é definida a linguagem escrita do linetype para posterior interpretação do software gerando a entidade gráfica.

O formato da linguagem utilizada é o ASCII (códigos alfa-numéricos). A entrada dos dados dá-se a partir da letra “A” que significa alinhamento, seguida de uma “,” (vírgula). Este caminho é tomado tanto na linha de comando quanto nos editores de texto.

As linhas que compõem o arquivo “*acad.lin*” (original do AutoCAD) ilustram bem o formato em questão tal como se apresenta em um editor de texto (quadro 7).

Quadro 7 – Exemplos do formato da linguagem de programação de linhas que compõem o arquivo “*acad.lin*” tal como se apresenta no editor de texto “NotePad”.

LINETYPE	APARÊNCIA	FORMATO DA LINGUAGEM (EDITOR DE TEXTO)
BORDER	___·___	*BORDER,Border ___·___·___·___·___·___ A,.5,-.25,.5,-.25,0,-.25
CENTER	_____	*CENTER,Center _____ A,1.25,-.25,.25,-.25
DASHDOT	___·___·___·___	*DASHDOT,Dash dot ___·___·___·___·___·___·___·___ A,.5,-.25,0,-.25
DASHDX2	___·___·	*DASHDOTX2,Dash dot (2x) ___·___·___·___·___·___ A,1.0,-.5,0,-.5
DIVIDE2	___·___·___	*DIVIDEX2,Divide (2x) _____·_____ A,1.0,-.5,0,-.5,0,-.5
DOT	*DOT,Dot A,0,-.25
PHANTOM2	_____	*PHANTOM2,Phantom (.5x) _____ A,.625,-.125,.125,-.125,.125,-.125

Org.: Souza (2005).

Visualizando um arquivo de linhas pelo editor de texto, é possível constatar que a definição da entidade gráfica consiste em 2 trechos distintos sendo que, o primeiro, também chamado de cabeçalho, é iniciado com um "*" (asterisco) seguido pelo nome do linetype e pela descrição separada por uma vírgula ",". O segundo trecho representa a entrada de dados (alinhamento).

Digitando “*linetype*” no “Help” do AutoCAD e entrando na opção “*linetype definition files* ⇒ *file name extension*” (arquivos de definição de linetype ⇒ nome e extensão do arquivo) abrirá uma caixa de diálogo contendo tópicos da seção onde, optando pelo tópico “*defining linetypes*” (definindo linetypes) é possível ter uma visão geral do processo de desenvolvimento de uma linha simples pelo editor de texto.

De acordo com o Tutorial do AutoCAD, um linetype corresponde a uma série de números positivos e negativos que dizem a máquina de impressão (ploter) o tempo exato para abaixar ou levantar o elemento de grafia (caneta, pena, cartucho, fita, etc.). Os números positivos diminuem a altura e os números negativos suspendem o dispositivo sendo que, o comprimento padrão de um traço é 5un e um ponto é dado pelo algarismo “0”.

Assim, um linetype simples formado por *traço-ponto-traço-ponto*, deve ser informado numericamente para que, posteriormente, o AutoCAD o carregue e faça sua conversão. Neste caso, o formato da linguagem será como apresentado na figura 12:

<p>*nome do linetype, descrição da linha</p> <p>A,5,-.25,0,-.25</p>

Fig. 12 – Formato da linguagem da linha simples – Org.: Souza (2005).

Porém esta forma ocorre apenas no editor de texto. Caso seja pela linha de comando, o cabeçalho será desconsiderado e os dados solicitados deverão ser compostos apenas pela série de números (2º trecho).

O símbolo em questão é apresentado no quadro 7 como pertencente à biblioteca de símbolos lineares do software e sua sintaxe pode ser observada na figura 13.

```
;;  
;; AutoCAD Linetype Definition file  
;; Version 2.0  
;; Copyright 1991, 1992, 1993, 1994, 1996 by Autodesk, Inc.  
;;  
;; CABECALHO
```

Fig. 13 – Sintaxe do linetype DASHDOT. (Bloco de Notas – Versão 5.0, Copyright Microsoft Corp.)
Org.: Souza (2005).

No cabeçalho, o nome do linetype é “DASHDOT” que significa TRAÇOPONTO. A descrição da linha é “Dash dot _ . _ . _” indicando os caracteres que a compõe.

No segundo trecho, o “A” abre o alinhamento e após a “,” (vírgula) é descrita a forma numérica da linha. O “.5” representa o início da linha com um pequeno hífen já que o comprimento normal de um traço é 5un (unidades) e, logo depois, vem 55(i)-8.68413(c)-1.954.8()-2

19(r)-1.95458(ni.72887()-365.843(t)1.93384(d)0.95655()-217.191(d)0.9.32.248ed0.158346-ha.53.8850817-195400(9)129845887

5.2.1 – Shapes

Shapes são formas usadas tal como os blocos e se destacam por não ocuparem muito espaço de armazenamento, serem leves e mais fáceis de carregar sendo, portanto, mais eficientes em relação aos blocos propriamente ditos.

Wong (1998, p.138) em sua obra “*Princípios de Forma e Desenho*”, cita que:

Em sentido amplo, tudo o que é visível tem forma. Forma é tudo o que tenha formato, tamanho, cor e textura, que ocupe espaço, marque posição e indique direção. Uma forma criada pode ser baseada na realidade – reconhecível – ou abstrata – irreconhecível. Uma forma pode ser criada para transmitir um significado ou mensagem, ou pode ser meramente decorativa. Pode ser simples ou complexa, harmoniosa ou discordante.

Baseado nesta citação pode-se concluir que as linhas em geral, caracterizadas como entidades gráficas bem como os shapes, podem ser consideradas formas, no entanto, cada qual com sua devida especificidade.

De acordo com Parsai (2003 [b]), os shapes podem ser introduzidos como símbolos na programação dos linetypes. Neste caso, o produto final desta interação é representado pelas entidades gráficas lineares complexas.

5.2.2 – Vetor de shape: comprimento e código de direção

Um byte de especificação de um shape contém o comprimento do vetor e a direção (Fig. 14) codificados. Cada comprimento de vetor é um código de direção composto por três caracteres. O primeiro deve ser “0” indicando ao AutoCAD que os próximos dois caracteres serão interpretados como valor hexadecimal¹⁰. O segundo especifica o comprimento do vetor em unidades.

¹⁰ Sistema numérico que usa uma base de 16 dígitos distintos (de 0 a 9 além das seis primeiras letras do alfabeto – A, B, C, D, E, F – que representam os valores de 10 a 16). As linguagens de baixo nível tais como a ASCII empregam este sistema em função da vantagem de utilizar-se de menor número de caracteres reduzindo o comprimento da seqüência de informação. (Disponível em: <<http://www.pcmains.net/hard/bincalc.htm>>. Acesso em: 04 setembro 2003).

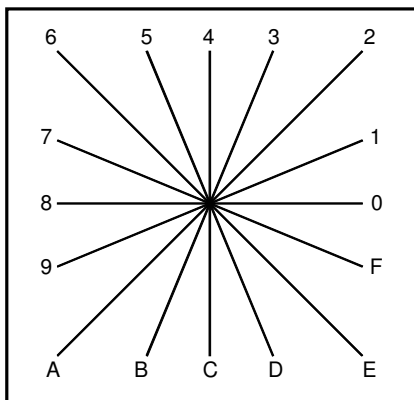


Fig. 14 – Direção dos vetores
Org.: Souza (2005).

Todos os vetores da figura são tirados com a mesma especificação de comprimento. Vetores diagonais são projetados no eixo “X” (sentido 8-0) ou “Y” (sentido C-4).

A descrição de um arquivo de shapes segue os mesmos padrões de formatação das linhas, no entanto, diferentemente destas, o outro é compilado¹¹ logo após sua sintaxe, convertendo sua extensão de formato (“*.shp*”) para “*.shx*”. Esta conversão é feita justamente para possibilitar o emprego de um shape como fonte, de extensão apropriada, no ato do desenvolvimento do linetype complexo.

O processo de compilação deve ser feito através da linha de comando do AutoCAD utilizando inicialmente a expressão “*compile*” na indicação do prompt. Depois de efetivada a ação, abrirá uma caixa de diálogo onde será possível procurar o arquivo “*.shp*” desejado para compilar sendo que, o nome original é mantido ocorrendo uma alteração apenas na extensão do formato. O arquivo de extensão “*.shx*” é salvo automaticamente juntamente com o arquivo “*.shp*”. Para utilizar as formas desenvolvidas, é necessário carregar o arquivo usando o comando “*load*”. Logo após, basta digitar “*shape*” na linha de comando para iniciar a aplicação.

¹¹ [Do lat. *compilare*.] V.t.d. 2. Inform. Converter (uma seqüência de símbolos) em outra obedecendo a regras sintáticas e semânticas. 3. Inform. Converter (programa-fonte) em programa-objeto para determinada linguagem e determinado tipo de computador verificando sua coerência sintática e semântica. (DICIONÁRIO AURÉLIO ELETRÔNICO, Versão3.0, 1999).

Cada descrição de shape tem um trecho com o cabeçalho da forma e é seguido por um ou mais trechos contendo os bytes de especificação separados por vírgulas e finalizados com “0”. Genericamente podemos entender a programação de um shape como na figura 15.

```
*n° do shape,quantidade de bytes,nome do shape
especificação de byte1, esp. byte2, esp. byte3,...,0
```

Fig. 15 – Descrição de shape – Org.: Souza (2005).

Sendo que, no cabeçalho, o *n° do shape* corresponde a um valor compreendido entre 1 e 258. A *quantidade de bytes* diz respeito à somatória de cada byte de informação utilizado na descrição da forma posteriormente seguida do *nome do shape*. Finalmente, no segundo trecho, tem-se a *especificação de byte* identificada por um código que define a duração de um determinado vetor bem como a sua direção. Pode ser expresso no arquivo de definição de shape como um valor decimal¹² ou hexadecimal. Se o primeiro caractere de um byte de especificação for “0” (zero), os dois caracteres seguintes serão interpretados como valor hexadecimal.

O exemplo seguinte (fig. 16) constrói um shape nomeado “BOX” com um número de forma arbitrariamente nomeado de 132, programado via editor de texto.

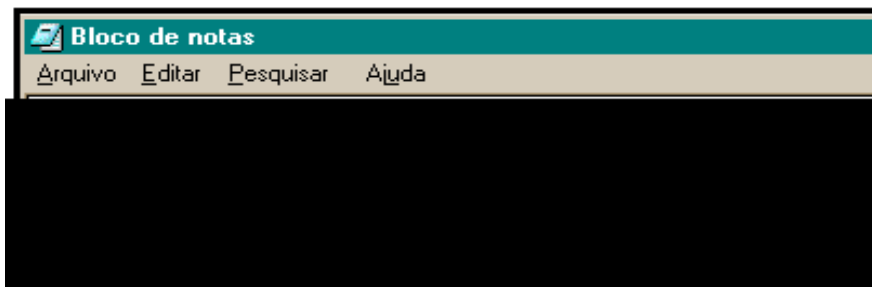


Fig. 16 – Sintaxe do shape “BOX” (Bloco de Notas – Versão 5.0, Copyright Microsoft Corp.)
Org.: Souza (2005).

No cabeçalho, o *n° do shape* é “132”. A *quantidade de bytes* (somatória de cada byte de informação) é igual a “6” ($014 + 020 + 02C + 028 + 014 + 0 = 6\text{bytes}$) seguida do *nome do shape* “BOX”. No segundo e último trecho, tem-se a *especificação de byte* identificada pelos códigos: 014, 020, 02C, 028, 014 e 0 que definem a duração dos vetores e a direção.

¹² A base do sistema decimal é o número 10, que corresponde ao número de símbolos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) utilizados para representação de quantidades.

Ressaltando que o código representado pelo algarismo “0” (zero) não representa vetor e sim, o fim da programação do shape sendo, portanto, indispensável.

O shape resultante da sintaxe descrita é apresentado na figura 17.

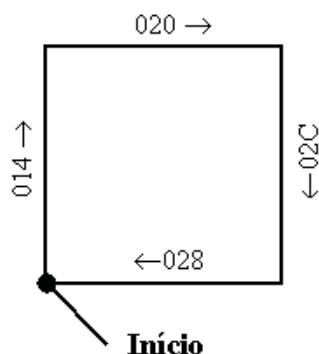


Fig. 17 – Shape resultante da sintaxe apresentada
Org.: Souza (2005).

5.2.3 – Linhas com shapes e linhas com textos

Além dos shapes, as linhas complexas podem conter em sua descrição, fontes (textos) entremeadas aos traços, pontos e espaços. Linetypes com textos incorporados são usados principalmente, devido a oportunidade de se associar um caractere desta categoria a entidade gráfica linear, de acordo com a função desejada.

Conforme o “*Help*” do Sistema Operacional Windows (Versão 2000), fonte corresponde a “*um desenho gráfico aplicado a um conjunto de números, símbolos e caracteres. Uma fonte descreve um certo tipo de letra, juntamente com outras qualidades como tamanho, espaçamento e densidade*”. Resumidamente, pode ser entendido como um arquivo eletrônico que contém caracteres personalizados segundo o estilo tipográfico (tipografia)¹³.

A diferença primordial entre o uso de shape e de texto está no emprego distinto entre os dois itens quando na programação das linetypes complexas. Enquanto o primeiro é empregado diretamente como arquivo, o último assim é feito como estilo de texto.

¹³ [De tipo-2 + -grafia.] S.f. 1. Arte que compreende as várias operações conducentes à impressão dos textos, desde a criação dos caracteres à sua composição e impressão, de modo que resulte num produto gráfico ao mesmo tempo adequado, legível e agradável. (DICIONÁRIO AURÉLIO ELETRÔNICO, Versão3.0, 1999).

Na sintaxe de **linhas complexas com shapes** temos o seguinte (Fig. 18):

***nome do linetype, descrição da linha**
A,forma numérica da linha,[shapename,arquivo.shx,s,r,x,y],forma numérica da linha

Fig. 18 – Sintaxe de linhas complexas com shapes – Org.: Souza (2005).

Sendo que, no cabeçalho, o *nome do linetype* corresponde à própria identificação da identidade linear a ser criada e, a *descrição da linha* corresponde à aparência aproximada do símbolo descrita por meio de caracteres opcionais.

No segundo trecho, o “A” abre o alinhamento e logo depois é descrita a *forma numérica da linha*. Lembrando que, a separação dos itens da programação é feita sempre através de “,” (vírgula).

Em seguida, entre “[]” (colchetes) é descrita a sintaxe de aplicação do shape a qual, é iniciada com o nome do shape utilizado (*shapename*) seguido do nome do *arquivo.shx* compilado. Em seqüência são fornecidos, se necessários, os valores das variáveis relativas a escala da forma, rotação, distanciamento da forma no eixo “x” da linha e no eixo “y” da mesma, encerrando a sintaxe do linetype complexo com o retorno da *forma numérica* da linha que indica a continuidade gráfica da mesma. A figura 19 apresenta o linetype complexo “*FENCELINE 1*”, pertencente à biblioteca digital do AutoCAD.



Fig. 19 – Sintaxe do linetype FENCELINE . (Bloco de Notas – V 5.0, Copyright Microsoft Corp.)
 Org.: Souza (2005).

No cabeçalho, o *nome do linetype* é “*FENCELINE 1*”, o que corresponde a indicação da linha quando empregada no software. A descrição adotada apresenta-se como: “*Fenceline circle ---0---0---0---0---0---0---*”.

No segundo trecho, após o alinhamento (“A”) é indicada a *forma numérica da linha* (“.25,-I”). Consecutivamente, entre “[]” (colchetes) inicia-se a sintaxe de aplicação do shape com seu nome (“CIRCI”) acompanhado do nome do *arquivo.shx* (“ltypeshp”) que por sinal, neste caso, é um arquivo original do próprio AutoCAD. Em seqüência são fornecidos os valores das variáveis de distanciamento da forma em relação a linha.

Já na sintaxe de **linhas complexas com textos** temos o seguinte (Fig. 20):

Fig. 20 – Sintaxe de linhas complexas com textos – Org.: Souza (2005).

Onde a única diferença com relação à sintaxe para o uso de shapes está justamente na programação entre “[]” (colchetes) a qual inicia-se com o(s) caractere(s) utilizado(s) obrigatoriamente entre aspas seguido(s) do tipo de fonte utilizada. Neste caso, usa-se a expressão “STANDARD” para designar o padrão do AutoCAD. O restante da sintaxe segue tal qual para os linetypes com shapes.

O linetype complexo “HOT_WATER_SUPPLY” (fig. 21) também pertencente à biblioteca do AutoCAD, é propício para a exemplificação da sintaxe com o uso de textos (fontes).

Fig. 21 – Sintaxe do linetype HOT_WATER_SUPPLY. (Bloco de Notas – Versão 5.0, Copyright Microsoft Corp.)
Org.: Souza (2005).

Tais símbolos “cheios” (geométricos regulares ou não) exigem uma sintaxe mais apurada durante a programação do shape. Neste caso, além de definir vetores, um byte de especificação poderá usar *códigos especiais* para criar formas adicionais e especificar certas ações. Ao usar um código especial, o segundo caractere da especificação de byte (duração de vetor) deverá ser “0”, ou poderá ser apenas o número de código. Por exemplo, “008” e “8” são ambas especificações válidas.

Desta maneira, podemos ter os seguintes códigos especiais na sintaxe de um shape (Quadro 8).

Quadro 8 – Códigos especiais para aplicação na sintaxe de shapes.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
000	Fim da definição da forma
001	Início do desenho (caneta abaixo)
002	Término do desenho (caneta acima)
003	Divide as durações de um vetor através do próximo byte
004	Multiplica as durações de um vetor através do próximo byte
005	Mantém a posição inicial
006	Volta a posição inicial
007	Número do subshape dado pelo próximo byte
008	Deslocamento (X, Y) dado pelos próximos dois bytes
009	Deslocamentos (X, Y) múltiplos, finalizados com (0,0)
00A	Arco de octante definido pelos próximos dois bytes
00B	Arco fracionário definido pelos próximos cinco bytes
00C	Arco definido pelo deslocamento (X, Y) mais o fator de protuberância
00D	Múltiplas protuberâncias
00E	Só processa o próximo comando se o texto for vertical

Org.: Souza (2005).

Contudo, pode-se afirmar que as linhas complexas são consequência de uma interação entre formas textuais e geométricas sendo que, em alguns casos, é possível separar uma da outra. Na situação em que houver a disponibilidade da forma desejada em um arquivo de fonte, a primeira poderá ser empregada através da decompilação do último.

Na hipótese de se programar o shape, deve-se ater se este é “vazado”, “cheio”, “regular” ou “irregular”. Estas variações vão implicar diretamente no grau de dificuldade da *sintaxe da forma*, resultando na utilização, ou não, de códigos especiais.

5.4 – Biblioteca de Símbolos Lineares

A partir dos estudos realizados e dos avanços alcançados em relação ao desenvolvimento dos tipos de linhas, foi possível desenvolver 40 linetypes, sendo 14 simples e 26 complexas, todas para emprego na Cartografia Geomorfológica. Alguns símbolos lineares são resultado do aperfeiçoamento de entidades já existente na biblioteca do software AutoCAD, entre elas: a linha de falha comum, linha de falha provável, escarpa de falha menor, escarpa de falha provável e crista estrutural abrupta – fratura. As demais foram elaboradas com base nos princípios de programação do software, compreendidos e aprimorados.










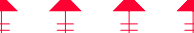


Todos os símbolos trabalhados foram baseados no manual técnico do ITC *System of Geomorphological Survey de 1975* do *International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences* (ITC – Holanda). A maioria das linhas, ou seja, do primeiro símbolo linear ao trigésimo sexto, são representações gráficas de formas de origem estrutural (cor púrpura), constantes da página 21 a 23 do manual citado. Os demais são considerados pelo ITC - página 36 - representações morfométricas (cor preta) principalmente, por estarem relacionadas ao tamanho da forma. De acordo com o manual técnico, todos os símbolos apresentados no quadro 9, são para mapas gerais¹⁵.






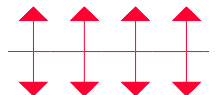
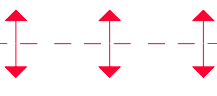
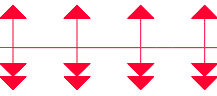
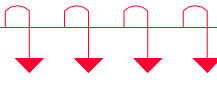
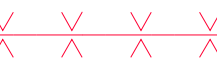
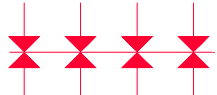
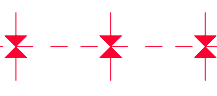
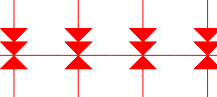
O quadro citado foi dividido em três colunas. Da esquerda para a direita, tem-se a coluna com o linetype (nome da linha), logo após, a aparência ou imagem gráfica (significante) na cor pré-definida pelo ITC e, por conseguinte, a representação gráfica que neste caso, apresenta uma breve descrição da aplicação do símbolo (significado).










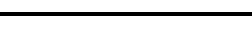




Ressalta-se que a representação gráfica de uma determinada feição linear do relevo depende diretamente da relação entre o seu tamanho real e a escala utilizada para representá-la. Neste caso, a morfografia com a utilização de linhas será possível apenas se o nível de detalhamento cartográfico permitir. O não atendimento as regras de representação gráfica, podem causar problemas estéticos e técnicos tais como o exagero visual e a ocupação de espaços destinados à apresentação de outras informações pertinentes a área cartografada.

¹⁵ Os mapas com fins gerais (“standard”) são, conforme o manual técnico do ITC (pág. 16), o resultado das investigações geomorfológicas puras e geralmente podem ser aplicáveis nas mãos de um geomorfólogo profissional.

Quadro 9 – Biblioteca de símbolos lineares digitais, desenvolvida especificamente para uso na Cartografia Geomorfológica.

Linetype Nome da Linha	Aparência ou imagem gráfica Descrição aparente do símbolo linear (significante)	Representação gráfica Aplicação do símbolo (significado)
Mergulho e Direção das Camadas – Geral		Disposição <u>geral</u> dos extratos geológicos em relação ao plano horizontal dado pelo nível dos mesmos.
Mergulho e Direção das Camadas – Provável		Disposição <u>provável</u> dos extratos geológicos em relação ao plano horizontal dado pelo nível dos mesmos. <i>Presença duvidosa da feição linear.</i>
Mergulho e Direção das Camadas – Horizontal		Disposição <u>horizontal</u> dos extratos geológicos.
Mergulho e Direção das Camadas – Inclinação Moderada		Inclinação <u>moderada</u> das camadas em relação ao plano horizontal dado pelo nível dos mesmos.
Mergulho e Direção das Camadas – Inclinação Forte		Inclinação <u>forte</u> das camadas em relação ao plano horizontal dado pelo nível dos mesmos.
Mergulho e Direção das Camadas – Vertical		Disposição <u>vertical</u> dos extratos geológicos.
Direção de Inclinação das Vertentes – Geral		Direção <u>geral</u> de inclinação da superfície.
Direção de Inclinação das Vertentes – Provável		Direção <u>provável</u> de inclinação da superfície. <i>Presença duvidosa da feição linear.</i>
Direção de Inclinação das Vertentes – Moderado		Direção de inclinação <u>moderada</u> da superfície.
Direção de Inclinação das Vertentes – Forte		Direção de inclinação <u>forte</u> da superfície.
Linha de Falha		Falhamento sem desnível na continuidade das camadas (rejeito)
Linha de Falha – Provável		Falhamento <u>provável</u> sem desnível na continuidade das camadas (rejeito). <i>Presença duvidosa da feição linear.</i>

Escarpa de Falha – Menor		“Desnível” (pequeno rejeito vertical) abrupto provocado por falhamento.
Escarpa de Falha – Provável		“Desnível” <u>provável</u> mais ou menos abrupto provocado por falhamento. <i>Presença duvidosa da feição linear.</i>
Escarpa de Falha – Importante		“Paredão”, geralmente abrupto, provocado por falhamento.
Escarpa de Falha Fortemente Erodida		“Paredão”, geralmente abrupto, trabalhado pela erosão e provocado por falhamento.
Escarpa de Linha de Falha – Menor		Escarpamento condicionado a um falhamento sem desnível na continuidade das camadas (rejeito).
Escarpa de Linha de Falha – Provável		Escarpamento condicionado a um falhamento sem desnível na continuidade das camadas (rejeito). <i>Presença duvidosa da feição linear.</i>
Anticlinal Simétrico		Partes opostas da dobra (zona da charneira), com as mesmas características estruturais, ou seja, <u>simétricas</u> em relação ao eixo.
Anticlinal Provável		Presença duvidosa da dobra das camadas.
Anticlinal Assimétrico		Dobra cujo eixo (zona da charneira) se encontra inclinado.
Anticlinal Reverso		Inversão do relevo provocada por processos erosivos.
Depressão Sinclinal Larga		Inclinação convergente das camadas sob a forma de bacia ou vale alongado.
Sinclinal Simétrico		Inclinação convergente e <u>simétrica</u> das camadas sob a forma de bacia ou vale alongado.
Sinclinal Provável		Inclinação convergente e <u>provável</u> das camadas sob a forma de bacia ou vale alongado.
Sinclinal Assimétrico		Inclinação convergente e <u>assimétrica</u> das camadas sob a forma de bacia ou vale alongado.

Dobra Monoclinal, Flexura ou Laminagem		Adelgaçamento das camadas por ocasião de um dobramento. Fato que não afeta a continuidade dos estratos por conta da plasticidade destes.
Escarpa de Cuesta Distinguível		Relevo típico da borda de bacias sedimentares. Encosta frontal <u>distinguível</u> de uma cuesta em direção oposta ao mergulho das camadas.
Escarpa de Cuesta Erodida		Relevo típico da borda de bacias sedimentares. Encosta frontal <u>erodida</u> de uma cuesta em direção oposta ao mergulho das camadas.
Hogback Distinguível		Estrutura inclinada, semelhante a de uma cuesta, porém, com mergulho das camadas superior a 30°. Também denominadas cristas.
Hogback Erodido		Estrutura <u>erodida</u> e inclinada, semelhante a de uma cuesta, porém, com mergulho das camadas superior a 30°. Também denominadas cristas.
Crista Estrutural Abrupta Distinguível		Linha determinada pelos pontos mais altos, a partir da qual divergem os dois declives das vertentes.
Crista Estrutural Abrupta Erodida		Linha determinada pelos pontos mais altos, <u>erodidos</u> , a partir da qual divergem os dois declives das vertentes.
Crista Estrutural Abrupta – Foliação		Linha determinada pelos pontos mais altos, com indicação de <u>foliação metassedimentar</u> , a partir da qual divergem os dois declives das vertentes.
Crista Estrutural Abrupta – Fratura		Linha determinada pelos pontos mais altos, condicionados ao <u>fraturamento</u> , a partir da qual divergem os dois declives das vertentes.
Crista Estrutural Abrupta		Linha determinada pelos pontos mais altos, a partir da qual divergem os dois declives das vertentes. Indicação de forte inclinação.
Escarpamento Tipo 1		Rampa ou aclive <u>pequeno</u> , de acordo com a interpretação topográfica.
Escarpamento Tipo 2		Rampa ou aclive <u>moderado</u> , de acordo com a interpretação topográfica.
Escarpamento Tipo 3		Rampa ou aclive <u>abrupto</u> , de acordo com a interpretação topográfica.
Escarpamento Tipo 4		Rampa ou aclive <u>muito abrupto</u> , de acordo com a interpretação topográfica.

Org.: Souza (2005).

5.5 – Ensaio cartográfico com Emprego de Simbologia Linear Digital: Carta Geomorfológica do Planalto Dissecado e Face Sul da Serra da Canastra/MG (Anexo 1).

O fato da Bacia do Rio Araguari ser uma área amplamente estudada e conhecida foi um dos fatores determinantes para a escolha dos locais dos trabalhos de campo (Mapa 01). Estes por sua vez foram delineados a partir da coleta de dados e avaliação dos condicionantes físicos da bacia entre eles, o arranjo estrutural composto pela geologia e a geomorfologia.

A Bacia do Rio Araguari está inserida na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, na porção oeste do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas de 18°20' e 20°10' de Latitude Sul e 46°00' e 48°50' de Longitude Oeste de Greenwich. Abaixo estão listadas as regiões avaliadas para efeito de escolha da área do ensaio cartográfico:

a) Região da foz do Rio Uberabinha e áreas adjacentes, próximas a cidade de Tupaciguara.

– Unidade Morfoestrutural: Complexo Granito-Gnáissico Metassedimentar

– Unidade Morfoescultural: Planalto Dissecado do Paranaíba

b) Região próxima a cidade de Ibiá e áreas adjacentes.

– Unidade Morfoestrutural: Faixa de Dobramento

– Unidade Morfoescultural: Planalto dos Residuais (F. Brasília)

c) Região próxima a cidade de Tapira e áreas adjacentes.

– Unidade Morfoestrutural: Intrusões Dômicas

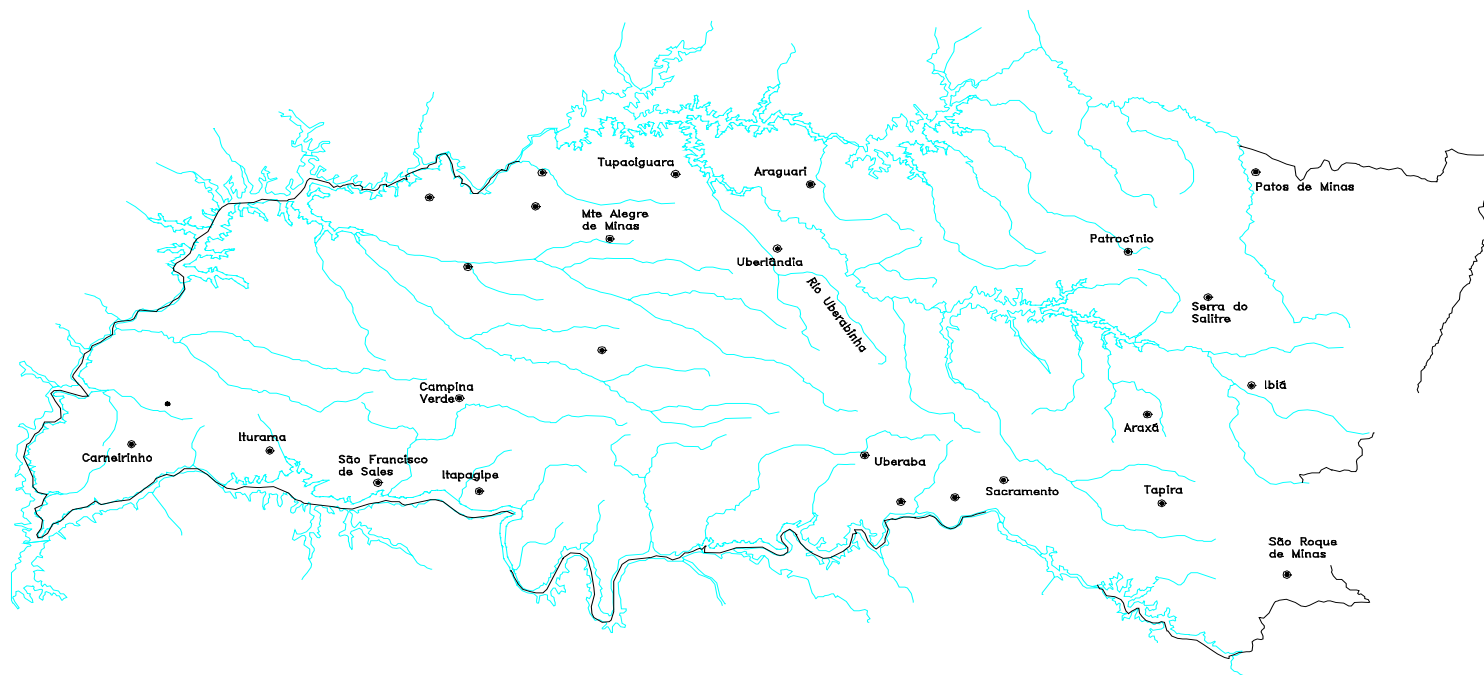
– Unidade Morfoescultural: Domo de Tapira

d) Região da Serra da Canastra e áreas adjacentes.

– Unidade Morfoestrutural: Faixa de Dobramento

– Unidade Morfoescultural: Serra da Canastra

A escolha partiu do princípio de que esta deveria dispor do maior número possível de feições morfológicas lineares. Tal condição foi determinada pelas características geomorfológicas e pela escala de cartografia adotada neste trabalho (1/50.000). Neste contexto, o interesse principal foi mapear uma área considerável, que permitisse a representação gráfica de linhas simples e complexas. É importante ressaltar que o formato de papel utilizado é o A2 (594x420mm), ou seja, se descontarmos os espaços do título, local, legenda, orientação, tabelas, coordenadas, data dos dados, fonte, etc. teremos disposto na prancha, uma área com pouco mais de 200Km², cartografada na escala de 1/50.000.



Mapa 01 – Localização dos Trabalhos de Campo para Definição da Área do Ensaio Cartográfico.

De acordo com tais determinações, foi escolhida uma área dentro dos limites da Serra da Canastra (Fig. 23), um setor que apresenta, conforme Rodrigues et alii (2004), relevos em planaltos suavemente dissecados, cristas e áreas elevadas com altitudes acima de 1.250m e escarpas com até 200m de desnível.

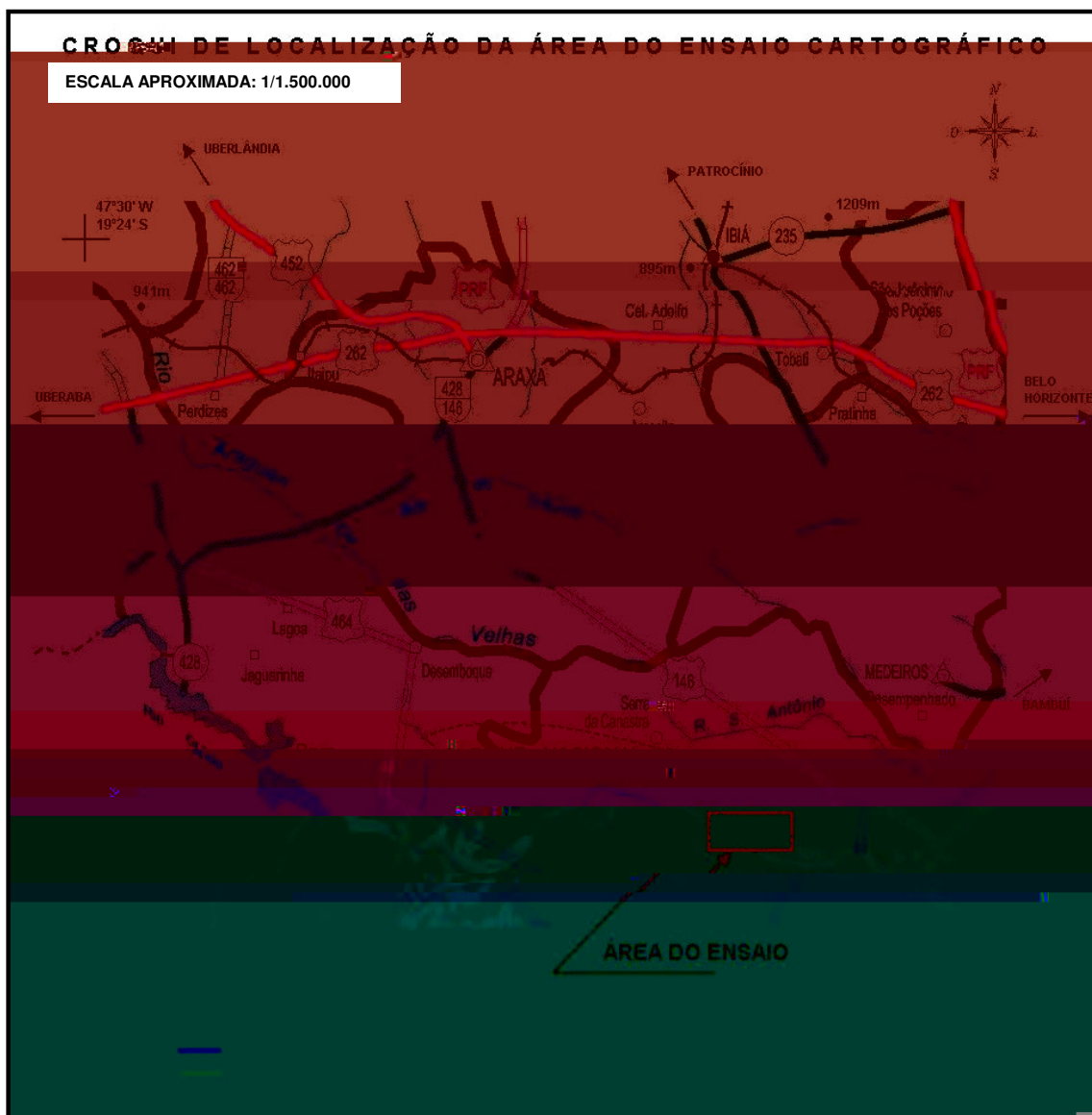


Fig. 23 – Croqui de Localização da Área do Ensaio Cartográfico.

A escolha levou em consideração a diversidade geológica e geomorfológica da região composta por interessantes feições lineares. Neste caso, a carta em questão, apresenta relevos serranos com bordas abruptas e topos planos, propondo uma análise de seus diferentes compartimentos morfoesculturais.

O trecho mapeado tem uma extensão de aproximadamente 200Km², entre as coordenadas geográficas de 20°15' e 20°22' de Latitude Sul e 46°25' e 46°35' de Longitude Oeste de Greenwich também aproximado, envolvendo parte expressiva da nascente do Rio São Francisco, a oeste das cidades mineiras de São Roque de Minas e Vargem Bonita.

Em se tratando especificamente dos aspectos litológicos da área mapeada, suas formações são associadas basicamente às rochas do pré-cambriano superior – Grupo Canastra – (quartzitos e filitos) e, Grupo Araxá (micaxistos). Nos topos da Serra da Canastra é notável a presença do quartzito formando a base do relevo (superfícies tabulares e aguçadas), acompanhado por alguns trechos de filitos. Já no Planalto Dissecado os xistos são os principais responsáveis pela sucessão de colinas e morros que compõem as superfícies convexas.

Tomazzoli (1990) afirma que a Plataforma Sul-Americana foi constituída por grandes elementos geotectônicos, como os Crátons São Francisco, Amazônico, São Luis, Rio de La Plata, bem como as faixas de dobramento Uruaçu, Brasília, Paraguai-Araguaia, Nordeste, Ribeira, Gurupi e Sergipana Araçuaí. Sua evolução foi bastante complexa no Pré-Cambriano. Os Crátons Amazônico e São Francisco estavam posicionados como dois grandes blocos crustais estabilizados. No entanto, ao convergirem (Proterozóico Médio) originaram as Faixas de Dobramento Uruaçu (fim do Proterozoico Médio), Faixa de Dobramento Brasília e Paraguai-Araguaia (fim do Proterozóico Superior).

Tais faixas tiveram suas bases constituídas por sedimentos e rochas vulcânicas depositados nas depressões dos crátons, que por sua vez ao serem comprimidos, foram dobrados e metamorfizados, originando mais tarde rochas do tipo xisto e filito.

Acerca da pedologia, de modo geral pode-se dizer que, no topo da serra o solo predominante é do tipo Neossolo ou Litólico (raso), associado por sua vez aos condicionantes litológicos e geomorfológicos locais, fato que o leva a ser considerado “joven” e pouco estruturado. É muito comum encontrar nessa área também, solos pedregosos. Já nos planaltos dissecados, o tipo de solo mais freqüente é o Podzólico, por estar associado tanto aos aspectos litológicos (micaxistos do Grupo Araxá) quanto à morfologia dissecada e irregular desses relevos.

Embora os solos citados estejam intimamente relacionados a litologia local, deve-se ressaltar que os condicionantes geomorfológicos da área interferem sensivelmente na pedologia. Tal fato decorre da relação entre o relevo e a dinâmica da água, os processos erosivos e de sedimentação, diferenciados para cada unidade morfológica.

A Unidade Morfoescultural Serra da Canastra, faz parte da unidade geomorfológica definida por Ross (1996) como Planalto e Serras de Goiás-Minas associados à Morfoestrutura definida como faixa de dobramentos do cinturão orogênico de Brasília (Faixa Brasília). O setor de ensaio apresenta várias cristas e escarpas (Fig. 24), associadas a falhamentos e processos erosivos característicos.

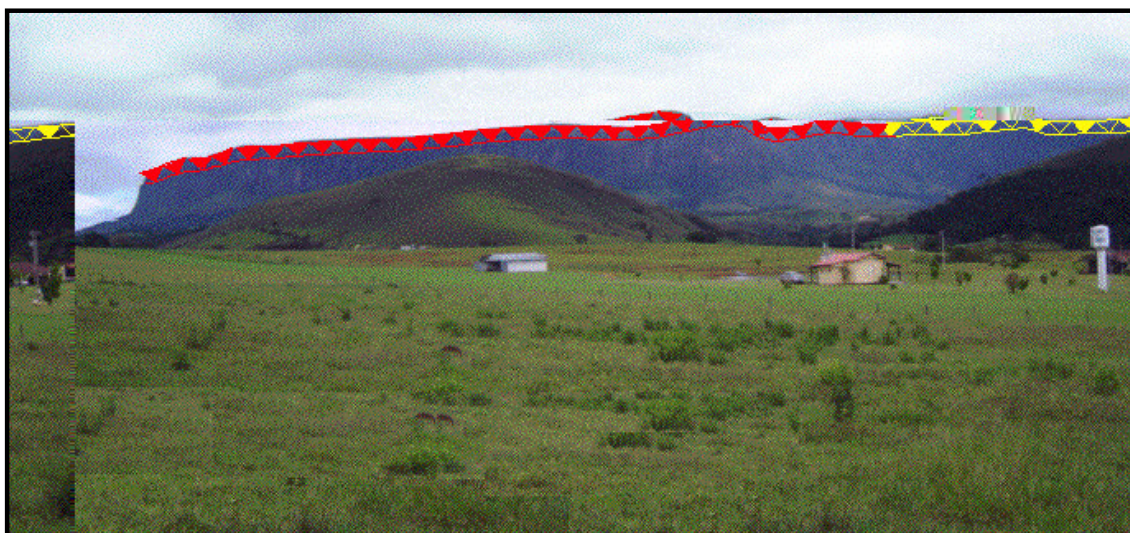


Fig. 24 – Em evidência: representação gráfica da feição geomorfológica “escarpa” por meio do símbolo linear correspondente. Serra da Canastra/MG. Foto e organização: Souza (março/2005).

Sobre a figura apresentada, a “linha vermelha” simboliza a presença de relevos íngremes, acentuados por escarpas de falha de grandes extensões, cujo grau de entalhamento dos vales variam de médio a muito forte (40 a 160m) (Fig. 25). A “linha amarela” indica que os modelados tornam-se menos abruptos nesta região que sob o efeito da erosão apresenta-se convexados.

A dimensão interfluvial dos vales é consideravelmente pequena (250 a 750m), apresentando cristas estruturais em algumas porções mais aguçadas (Da), a exemplo dos relevos cartografados do tipo D_{C44} (Fig. 26).



Fig. 25 – Escarpas de falha de grandes extensões. Serra da Canastra/MG. Foto e organização: Souza (março/2005).



Fig. 26 – Cristas estruturais em relevos fortemente erodidos do tipo Dc_{44} . Serra da Canastra/MG. Foto e organização: Souza (março/2005).

Com os recentes estudos de Ferreira (2002) nesta região, esse trecho pode ser classificado como Unidade Morfoestrutural Faixa de Dobramento e nas seguintes Unidades Morfoesculturais: Planalto Dissecado da Serra da Canastra e Serra da Canastra, seguindo a linha taxonômica de classificação do relevo, conforme Ross (1992).

Como as vertentes apresentam-se ora côncavas ora convexas, as cristas circundam estes relevos justamente por conta desta transição, resultando nos anfiteatros dissecados e vales bem encaixados.

Acredita-se que as feições escarpadas, bem como as mais aguçadas, no caso das cristas são resultados de antigas dobras, falhas e erosões, originando então morfologias bem irregulares, com colinas dissecadas, vales encaixados e morros mamelonares, conforme a figura 27, intercalados por superfícies elevadas e tabulares, como os relevos residuais cartografados do tipo Dt₂₃ e Dt₂₄ da Serra da Canastra (Fig. 28).



Fig. 27 – Relevo do tipo Dc₄₃ e Dc₄₄, intercalados por morros mamelonares e vales encaixados. Planalto Dissecado da Serra da Canastra/MG. Foto e organização: Souza (março/2005).



Fig. 28 – Relevos tabulares (Dt_{23} e Dt_{24}) em áreas próximas à nascente do Rio São Francisco. Serra da Canastra/MG. Foto e organização: Souza (março/2005).

Em geral, nesses relevos tabulares da Serra da Canastra predominam o padrão denudacional tabular com grau de entalhamento dos vales fraco (20 a 40m) e dimensão interfluvial de médio à grande (250 a 1750m) e declividade entre 1 a 4% em tais nas áreas planas.

As altitudes nesse trecho mapeado variam de 807m nos relevos irregulares e convexados do Planalto Dissecado, até 1496m nos topos da Serra da Canastra, no município de São Roque de Minas, onde estão localizadas as nascentes do Rio Araguari, como também, do Rio São Francisco entre outros. Algumas drenagens seguem a orientação linear das linhas de escarpas enquanto outras se entremeiam pelos mergulhos litológicos, fato identificado na carta por linhas tracejadas contínuas, na porção N próximo ao Chapadão do Diamante, e SO próximo ao Chapadão da Babilônia.

No sopé da serra, encontram-se formas de terraços fluviais que são superfícies horizontais ou levemente inclinadas constituídas por depósitos sedimentares do Terciário/Quartenário. Estas foram modeladas pela erosão fluvial, já que aparece com mais freqüência ao longo dos rios ou nas bordas dos lagos, sendo portando sujeitas a inundações e alagamentos periódicos.

Na base das escarpas, principalmente, nos relevos do tipo Dc₄₃ e Dc₄₄, ocorre a formação de depósitos de encosta (talus de detrito) por conta da recorrência de processos erosivos sobre os paredões (Fig. 29). A instabilidade destes gera sucessivos depósitos superpostos de materiais, posteriormente pedogeneizados. Neste sentido, torna-se comum à identificação de segmentos convexo-côncavos onde se desenvolvem feições geomorfológicas de encosta tais como as rampas que se articulam no domínio fluvial com os terraços.

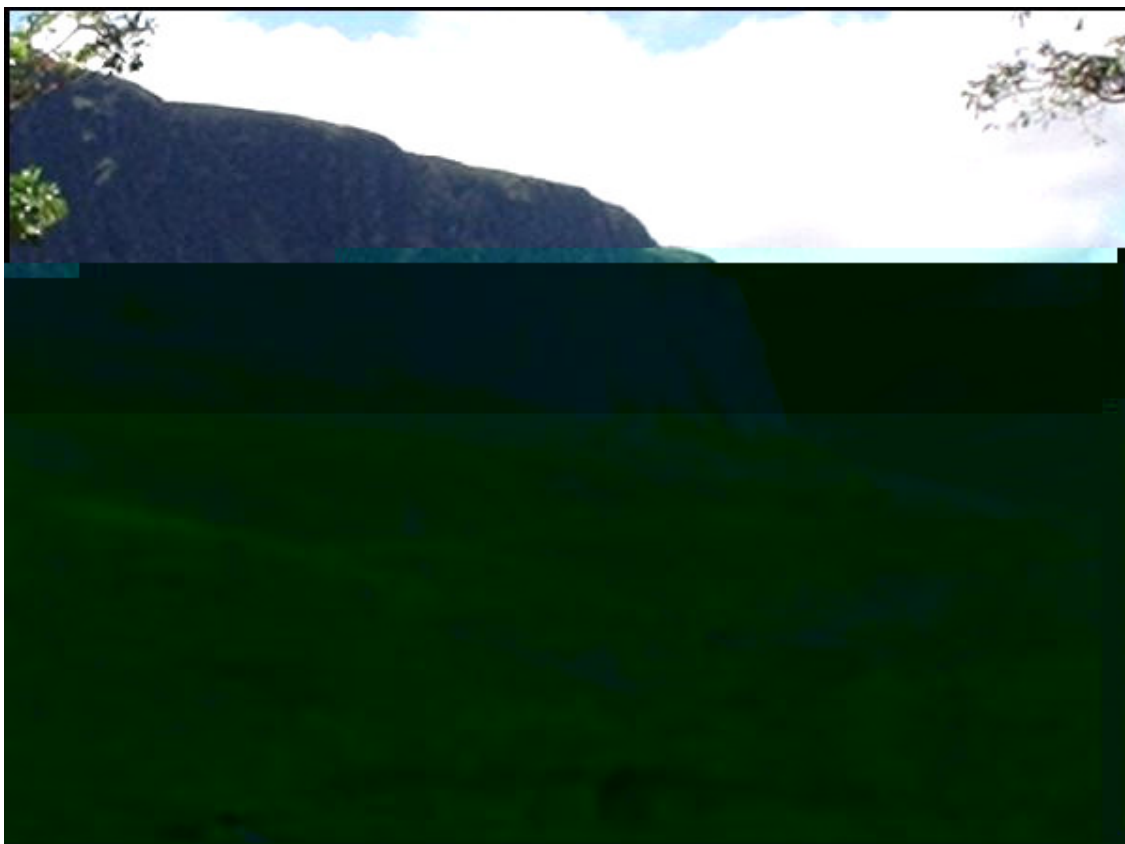


Fig. 29 – Depósito de talus na base da escarpa em relevos do tipo Dc₄₃. Serra da Canastra/MG. Foto e organização: SOUZA (março/2005).

Outro aspecto relevante e destacável refere-se ao uso e apropriação do solo. Processos erosivos encontrados, como as ravinas em estágio avançado e voçorocas permutam em grandes extensões, podendo por sua vez, estarem associados aos condicionantes pedológicos, tais como fragilidade do solo, como também pelo uso incorreto do mesmo. Os solos em geral estão incluídos nas classes de aptidão "restrita" e "inapta". Este fato se deve principalmente a deficiência de fertilidade, e nas áreas de relevo fortemente ondulado a montanhoso, a própria susceptibilidade a erosão. Como consequência, o sistema de manejo agrícola nessa região é pouco desenvolvido, isto é, de baixo nível técnico e emprego reduzido de capital.

Uma questão não menos importante neste contexto, refere-se a própria morfologia da paisagem, ou seja, por se tratar de um área com fortes inclinações, a potencialidade aos processos erosivos ou de esculptação também é alta, mesmo os de consequências naturais tais como os derivados do escoamento superficial e subsuperficial das águas pluviais, dos movimentos de massa e do intemperismo.

As riquezas naturais do Parque Nacional da Serra da Canastra atraem centenas de milhares de pessoas anualmente, a maioria turistas que admiram suas inúmeras belezas cênicas tais como os mirantes, as nascentes dos rios São Francisco (Fig. 30), Araguari, entre outros, os lagos naturais, as cascatas, corredeiras e cachoeiras entre elas a Casca D'anta (Fig. 31), um dos pontos mais visitados. Além do vasto repertório natural esculpido no relevo, os visitantes podem se deslumbrar com a fauna e a flora do cerrado representados pelos animais silvestres e pelas espécies arbóreas além dos campos de altitude que predominam nos topos da serra.



Fig. 30 – Nascente do Rio São Francisco em meio aos campos de altitude. Serra da Canastra/MG. Foto e organização: Souza (março/2005).

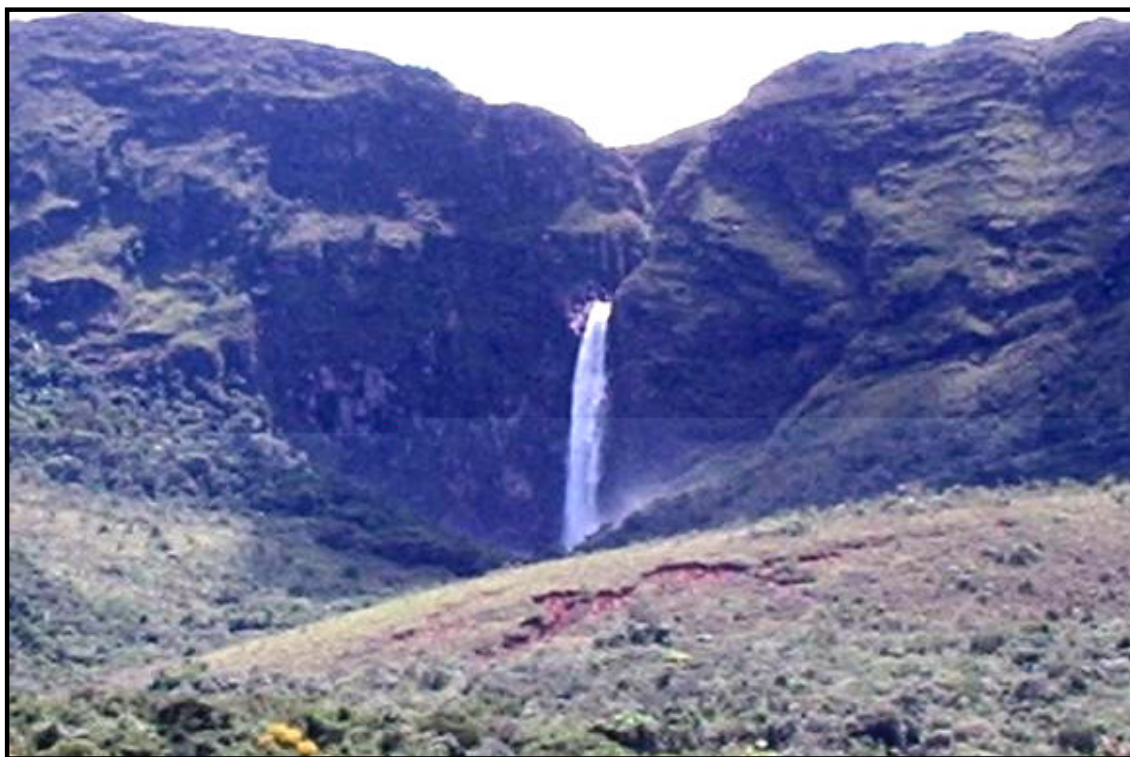


Fig. 31 – Cachoeira Casca D'anta. Serra da Canastra/MG. Foto e organização: Souza (março/2005).

O Parque contempla parte da área mapeada neste estudo e uma série de regiões adjacentes. O circuito da Canastra como são conhecidas essas regiões, representa todo um potencial turístico administrado pelo Governo Federal em conjunto com os municípios que compreendem a área. Embora o perímetro que envolve o Parque esteja localizado no Estado de Minas Gerais, São Paulo também se beneficia a partir de seus municípios fronteiriços.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais deste trabalho representam a foz de uma pesquisa cujos objetivos surgiram da necessidade real de se obter uma ferramenta que pudesse apoiar e facilitar o trabalho cartográfico geomorfológico.

A elaboração de simbologia digital para cartografia geomorfológica tem como princípio básico à otimização do processo de construção gráfica de linhas utilizadas nos mapeamentos do gênero.

Fundamentado nos conceitos da representação por meio de desenhos ou figuras geométricas e no tutorial do software AutoCAD, este estudo procurou aliar a teoria e a prática para gerar um produto que fosse útil nas ações de cartografia de feições lineares do relevo. Para efeito de análise, é possível separar esta reflexão em três momentos distintos marcados pelos próprios objetivos específicos propostos. Desta maneira, cada fase da pesquisa pode ser analisada de acordo com suas singularidades.

No primeiro momento, foi proposta uma revisão bibliográfica sobre o processo de comunicação gráfica bem como acerca da evolução da Cartografia analógica para a digital e suas implicações no mapeamento geomorfológico.

Foram observadas ao longo desta etapa, as formas de comunicação gráfica dos fatos espaciais, a análise da informação, os elementos de representação geométrica do espaço, as escalas de mensuração (efetuadas no espaço geográfico e representadas pelos pontos, linhas, áreas e volumes) e, as chamadas variáveis da retina ou visuais.

As técnicas de emprego dos símbolos lineares também foram abordadas, mais especificamente, a escala e a representação gráfica. A partir de então são esclarecidas peculiaridades entre o tamanho real de um determinado objeto e o representado no papel bem como, os critérios de abordagem simbólica, a generalização dos fatos geomorfológicos e as possibilidades de emprego das linhas nos mapeamentos. Instante em que é justificada a junção entre a metodologia de Ross (1992) e o manual técnico do ITC (1975), onde ficou estabelecido que o primeiro seria empregado na classificação e interpretação do relevo e o segundo na representação morfográfica das feições lineares.

É importante ressaltar que foi esta confluência que permitiu a definição de um critério para a utilização das linhas de acordo com a escala utilizada no mapeamento. Desta forma a correlação entre a taxonomia proposta por Ross (1992) e as escalas de abordagem facilitaram a identificação dos limites entre a generalização, o semidetalhe e o detalhe das feições lineares do relevo.

Para facilitar o entendimento sobre a evolução das técnicas cartográficas voltadas para o mapeamento geomorfológico, foi estabelecido um paralelo entre a Cartografia analógica e a digital de tal forma que permitisse o esclarecimento das mudanças desde os primeiros anos que sucederam a Segunda Guerra Mundial até o período que marcou a entrada dos micros computadores no mercado.

De fato, este é um dos pontos marcantes do trabalho, pois é partir da aspiração de se empregar o software AutoCAD na Cartografia Geomorfológica que ocorre um antagonismo entre o passado e o futuro. Ao buscar nas bases da ciência cartográfica os conceitos que regem a técnica da representação gráfica, nos deparamos, diferentemente dos dias atuais, com a grande qualidade agregada aos “antigos trabalhos manuais”.

A oposição se dá por conta do próprio processo de evolução tecnológica. Se por um lado tal análise possa parecer ortodoxa, é difícil provar o contrário quando afirmamos que no meio cartográfico atual, a qualidade perdeu espaço para a quantidade. Bem ou mal, sabemos que os benefícios da era da informática são incontestáveis, no entanto, uma das principais preocupações dos profissionais que utilizam a Cartografia como ferramenta, é o desrespeito com os princípios básicos desta ciência.

No presente, boa parte das cartas e mapas são desenhados com um simples dedilhar nos teclados de um computador por profissionais alheios a formação cartográfica. Na maioria dos casos, são técnicos, cadistas, usuários curiosos, desenhistas virtuais ou qualquer outra denominação. Raramente encontramos profissionais devidamente habilitados executando tarefas de mapeamento.

Num segundo momento, temos a elaboração da biblioteca de símbolos lineares digitais, utilizando os recursos do software AutoCAD, para uso específico na Cartografia Geomorfológica.

O desafio de otimizar a vetorização de linhas em um programa de computador “alheio” a Cartografia Digital certamente foi vencido. O conhecimento da programação das chamadas linetypes simples e complexas tornou possível a criação de 40 entidades. Como meta, foram criados apenas símbolos geomorfológicos, no entanto, ficou provada a viabilidade do desenvolvimento de outras categorias tais como geológicos, geotécnicos, topográficos, etc.

O estudo da linguagem gráfica e a sua associação com a simbologia já desenvolvida pelo ITC (1975) facultaram a análise entre a aparência do símbolo linear (significante) e sua aplicação (significado). As linhas desenvolvidas foram dispostas em um quadro correlacionando estes dois itens a fim de facilitar a leitura e possíveis consultas.

As dificuldades relacionadas a programação e emprego das linetypes podem ser melhor relacionadas no terceiro e último momento destas considerações. A aplicação das mesmas em um ensaio cartográfico foi extremamente importante para avaliar os aspectos positivos e negativos da técnica proposta.

A aplicação real em um mapeamento geomorfológico trouxe a tona pontos que confirmaram a praticidade no uso dos símbolos otimizados. Ao comparar uma atividade manual e sua respectiva execução no computador não restou dúvidas que a tecnologia proporcionou uma maior agilidade de recursos e conseqüentemente, um aumento da produtividade.

Levando-se em consideração que um determinado símbolo linear era antes desenhado manualmente ou ainda, traço a traço, símbolo a símbolo, a representação contínua da linha otimizada é sem dúvida um avanço em termos de tempo e qualidade.

Por se tratarem em sua maioria de linetypes complexas, os tipos utilizados na Cartografia Geomorfológica são difíceis de serem desenhados a mão visto que, correspondem a uma associação entre símbolos pontuais, poligonais e linhas. Neste caso, ao admitir o uso desta combinação de uma só vez no traçado de determinada feição linear, alcança-se uma grande economia no tempo de execução do mapeamento. Quanto à qualidade, esta se tornou por conseqüência um fator agregado.

Das seis linhas empregadas na confecção da *Carta Geomorfológica do Planalto Dissecado e Face Sul da Serra da Canastra – MG*, cinco foram complexas: Crista Estrutural Abrupta Distinguível, Escarpa de Falha Fortemente Erodida, Escarpa de Falha Maior, Escarpamento

Dissecado e Escarpamento Abrupto. O único símbolo simples utilizado foi o de Fratura. Este fato veio confirmar que a maioria das entidades lineares usadas em mapeamento geomorfológico são linetypes complexas. Embora a área de ensaio escolhida tenha permitido o uso de seis símbolos lineares, não é muito comum a representação de mais linhas em um só trabalho cartográfico.

Uma das limitações para esta quantidade simbólica é a escala utilizada e as características geomorfológicas da área a ser mapeada. Isso explica o porque de não se aproveitar as outras áreas propostas como possíveis para ensaio. Sendo um dos objetivos deste a aplicação da maior quantidade de linhas possível, a Serra da Canastra se destacou dentre as outras por oferecer um relevo com um arranjo estrutural um tanto quanto complexo e com explícitas feições lineares, facilmente identificadas na escala 1/50.000.

Em se tratando da parte técnica, ligada ao processo de execução no AutoCAD, as linhas criadas apresentaram algumas restrições tipo, o conflito entre hachuras e linetypes complexas e, a representação de feições com curvaturas fechadas.

No primeiro caso, a delimitação das áreas a serem hachuradas com linhas contínuas e posteriormente, a transformação destas para a linetype desejada é o melhor caminho. No segundo, não há nem mesmo uma solução paliativa. Este problema decorre do tamanho dos símbolos que compõem a linha, ou seja, nas curvaturas podem ocorrer o “choque ou o entrelace” destes provocando uma imagem esteticamente ruim, porém, nada que afete a apresentação do trabalho cartográfico.

Outra questão a ser discutida e estranha aos objetivos, é a interface dos arquivos CAD, que contenham símbolos lineares especiais, com outros softwares (para Cartografia Digital ou não). Este objetivo foi proposto no projeto de pesquisa, contudo, não foi possível de ser atendido por conta do tempo de realização do mestrado. Este por sua vez, pode ser considerado um novo desafio dentro da elaboração de simbologia digital visto que a importação e exportação de arquivos entre os softwares são uma constante.

É comum a vetorização de imagens rasters e a digitalização de documentos no AutoCAD, acompanhados de uma posterior transposição para outros programas a fim de se aplicar ferramentas específicas de interpretação. Neste sentido cabe a uma nova oportunidade, estudar

a viabilidade de se estabelecer critérios para exportar entidades vetorizadas mantendo, fundamentalmente, a qualidade gráfica.

Contudo, deve-se destacar que este trabalho decorre da carência constatada de padronização de símbolos e conceitos aplicados a Cartografia Geomorfológica. De fato, encontram-se disponíveis a nível nacional e internacional, inúmeros métodos cartográficos e de classificação geomorfológica, no entanto, nota-se que o uso da simbologia, se apresenta completamente alheio a preceitos, visto que cada pesquisador trabalha com sistemática própria e padrões simbólicos individualizados. Neste sentido, pode-se dizer que esta pesquisa oferece uma ferramenta para a construção simbólica, porém, seu cerne representa a disponibilidade de uma referência teórica sobre representação cartográfica analógica e digital, voltada para a sociedade, seja ela científica ou não.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Problemas do Mapeamento Geomorfológico no Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, p. 1-16. 1969.

ANGELIN, Ricardo Gonçalves; BRESSAN JUNIOR, Osvaldo. *Sistema CAD*. Adamantina: FAI – Faculdades Adamantinenses Integradas, 2000. Disponível em: <<http://www.teccad.hpg.ig.com.br/monografia.html>>. Acesso em: 23 de maio 2003.

ARCHELA, R. S. Imagem e representação gráfica. *Geografia – Revista do Departamento de Geociências*, Londrina, UEL, v. 8, n. 1, p.5-11, jan./jun. 1999. 6p.

ARGENTO, M. S. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. (Org.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 365-392.

BACCARO, C. A. D.; MEDEIROS, S. M.; FERREIRA, I. L.; RODRIGUES, S. C. Mapeamento geomorfológico da Bacia do Rio Araguari (MG). In: *Gestão ambiental da Bacia do Rio Araguari – rumo ao desenvolvimento sustentável*. Orgs. S. C. Lima e R. J. Santos. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia/ Instituto de Geografia; Brasília: CNPq, p.1-19. 2004.

BACCARO, C. A. D. Unidades geomorfológicas do Triângulo Mineiro. In: *Revista Sociedade & Natureza*. Uberlândia, 3 (5 e 6): 37-42, dezembro 1991.

BERTIN, J. Théorie de la communication et théorie graphique. In: *Melanges Charles Morazé*, Toulouse, PRIVAT, 1978, 6p. Tradução de MARTINELLI, M. *Teoria da comunicação e teoria da representação gráfica*. FFLCH-USP.

BONIN, S. Le développement de la graphique de 1967 à 1997. In: *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n. 156, juin. 1998. p. 17- 25.

CÂMARA, G. et al. *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996. 193p.

CAPDEVILA, J.; HARLEY, J. B. *The new nature of maps: essays in the history of cartography*. Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, Vol. VII, n. 404, 15 de octubre de 2002. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-404.htm>> [ISSN 1138-9796]. Acesso em: 03 de fevereiro de 2005.

DEMEK J. (ed). *Manual of detailed geomorphological mapping*. Praga, IGU, Comm Geomorph. Surv. Mapping, 1972. 368 p.

DONÉ, S, S. B. Mapas Geomorfológicos e suas legendas. Uma contribuição para estudos analíticos. *Notas Geomorfológicas*, Campinas, 21 (41): p. 85-110, junho 1981.

DUARTE, P. A. *Cartografia Temática*. Florianópolis: UFSC, 1991. 145p.

FERREIRA, I. L. *Estudos geomorfológicos em áreas amostrais da Bacia do rio Araguari – MG. Uma abordagem da cartografia geomorfológica*. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2005. 128p.

FERREIRA, I. L. *Cartografia geomorfológica sob diferentes aspectos metodológicos: uma abordagem comparativa da simbologia cartográfica*. Monografia (Graduação) – Instituto de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2003. 58 p.

FERREIRA, I. L. *Mapeamento Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Médio e Alto Paranaíba – MG*. Relatório Final (Iniciação Científica – FAPEMIG/UFU) – Instituto de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2002. 64p.

FERREIRA, I. L. *Mapeamento Geomorfológico do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba*. Relatório Final (Iniciação Científica – FAPEMIG/UFU) – Instituto de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 24p. 2001.

HARLEY, J. B; WOODWARD, D. *The history of cartography: cartography in prehistoric, ancient, and medieval Europe and the Mediterranean*. Chicago: University of Chicago, 1987. 599p.

LATRUBESSE, E. M.; RODRIGUES, S. C.; MAMEDE, L. Sistema de Classificação e Mapeamentos Geomorfológicos: uma nova proposta. In: Geosul, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: v.14, n.27, nov.1998. p. 682-687.

LEXIKON. *Dicionário Aurélio Eletrônico – Século XXI*. Versão 3.0. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1999. Corresponde à versão integral do Novo Dicionário Aurélio – Século XXI, de Aurélio Buarque de Holanda Ferreira.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A Cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo: EDUSP, v. 14. 39-46p. 2001.

MARTINELLI, M. *Gráficos e mapas: construa-os você mesmo*. São Paulo: Moderna, 1998. 120p.

MARTINELLI, M. *Curso de Cartografia Temática*. São Paulo: Contexto, 1991. 180p.

MOREIRA, A. A. N. Cartas Geomorfológicas. *Geomorfologia*, São Paulo, v. 5, p.1-11, 1969.

MOURA, A. C. M. *Globalização e metodologias no uso do Geoprocessamento: estudos de casos de diferentes abordagens de análises espaciais*. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 1997, Rio de Janeiro. [S.l.: s.n.].

OLIVEIRA, C. *Curso de Cartografia Moderna*. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 152p.

OMURA, George. *Dominando o AutoCAD Versão 12*. Tradução de Daniel Vieira. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasil, 1993. 963 p.

PARSAI [a], Alireza. *AutoCAD 2004 Customization Tutorial: Simple Linetypes*. 2003. Disponível em: <<http://www.caddigest.com>>. Acesso em: 07 maio 2003.

PARSAI [b], Alireza. *AutoCAD 2004 Customization Tutorial: String Linetypes*. 2003. Disponível em: <<http://www.caddigest.com>>. Acesso em: 07 maio 2003.

PCMAIS. *Calculando*. 2003. Dispo. em: <<http://www.pcmmais.net/hard/bincalc.htm>>. Acesso em: 04 setembro 2003.

PELLEGRINO, P. et al. *Arquitetura e Informática*. Barcelona: Gustavo Gili, 1999. 107 p.

RAISZ, E. *Cartografia geral*. Tradução de Neide M. Schneider, Péricles A. M. Neves e Revisão de Celso Santos Meyer. Rio de Janeiro: Científica, 1969. 414p. Tradução da 2ª edição do livro: "General Cartography" de Erwin Raisz.

ROBINSON, A. H. et al. *Elements of cartography*. 5.ed. E.U.A: J. Wiley & Sons, 1984. 544p.

RODRIGUES, S. C.; FERREIRA, I. L.; MEDEIROS, S. M.; BACCARO, C. A. D. Cartografia geomorfológica e os condicionantes hidrogeomorfológicos de erosão em áreas amostrais na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari-MG. In: *Gestão ambiental da Bacia do Rio Araguari – rumo ao desenvolvimento sustentável*. Orgs. S. C. Lima e R. J. Santos. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia/ Instituto de Geografia; Brasília: CNPq, p.21-43. 2004.

RODRIGUES, S. C. *Mudanças ambientais na região do Cerrado*. Análise das causas e efeitos da ocupação e uso do solo sobre o relevo. O caso da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari-MG. GEOUSP, São Paulo, nº 12, p.1-15. 2002.

RODRIGUES, S. C., *Análise Empírico-Experimental da Fragilidade do Relevo-Solo no Cristalino do Planalto Paulistano: Sub-bacia do Reservatório Billings*. Tese de Doutorado. FFLCH-USP, São Paulo, 1998. 267p.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. *Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica*. Uberlândia: UFU, 1996. 104p.

ROSS, J. L. S. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 65p. 1997.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: Ambiente e Planejamento*. São Paulo, Contexto, 1996. 85p. (Repensando a Geografia).

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. *Revista do Departamento de Geografia, FFLCH-USP, São Paulo*, n.6, p.17-29, 1992.

SALOME, A.L., VAN DORSSER, H.J. *Examples of 1:50000 scale geomorphological map of part of the Ardennes*. *Zeitschrift fur Geomorphologie*. Berlin, v.26, n.4, p.481-489, dez. 1982.

SIQUEIRA, C. A. e ROSA, R. Mapeamento Digital dos Aspectos Físicos da Mesorregião do Triângulo Mineiro, através dos Softwares AutoCADR12 e Grass 4.0. *Revista Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 10 (19): 93-114, jan/jun.1998.

SOUZA, L. H. F. *Emprego do Software AutoCAD (Versões 14 e 2000) no Desenvolvimento de Simbologia para Utilização na Cartografia Geomorfológica*. Monografia (Graduação) – Instituto de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2003. 46p.

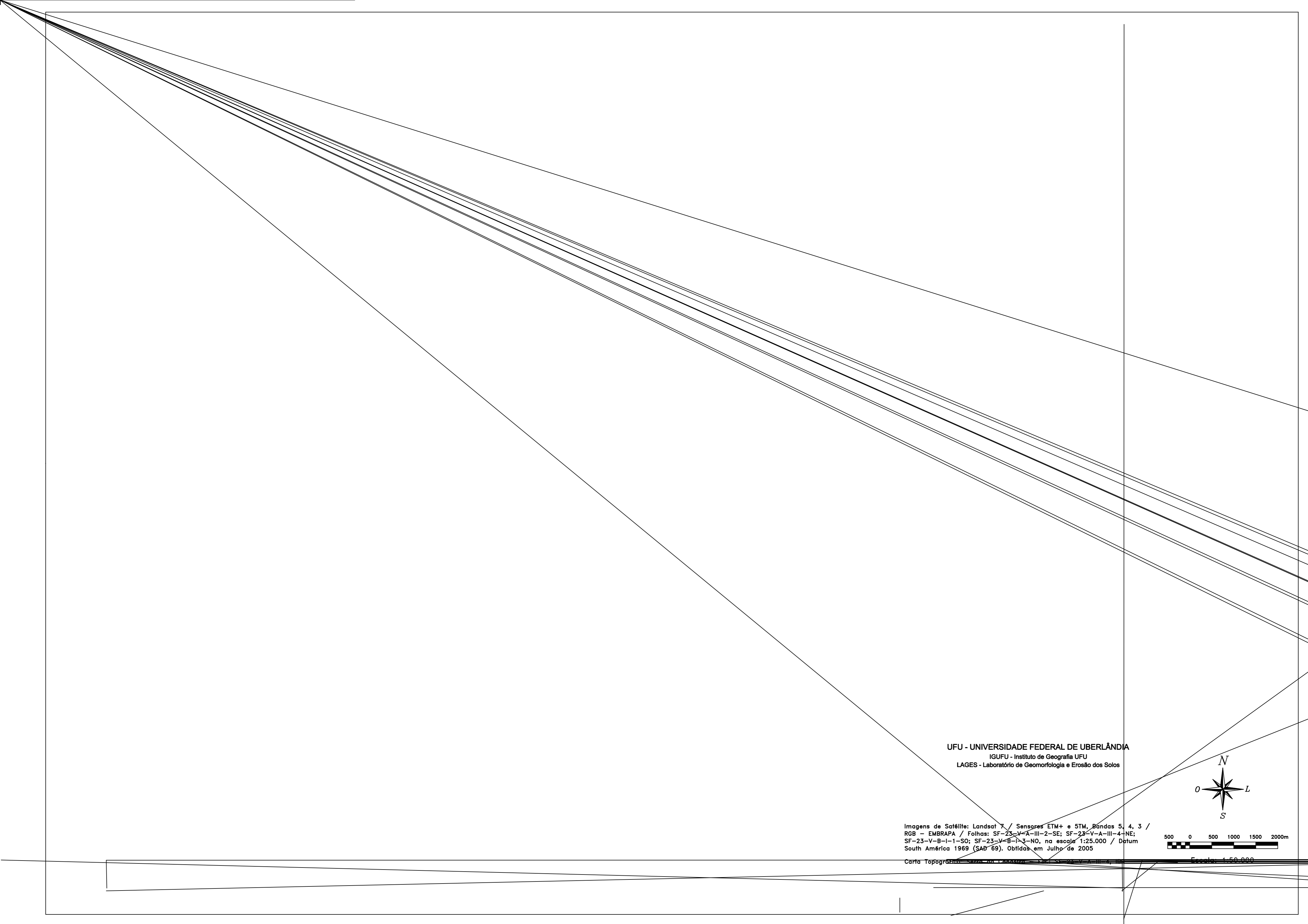
TOMAZZOLI, E. R. A Evolução geológica do Brasil Central. *In: Sociedade & Natureza*. Uberlândia, 2(3) p.11-29. Jun. 1990.

VERSTAPPEN, H.Th., VAN ZUIDAM, R.A. *ITC system of geomorphologic survey: ITC textbook of photo – interpretation. Use of Aerial Photographs in Geomorphology by: Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC)*. Enschede. v.7, ed.3, 1975. 52p.

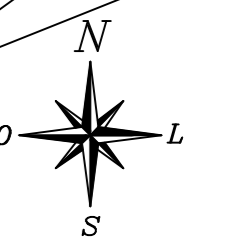
WONG, W. *Princípios de Forma e Desenho*. Tradução de Alvamar Helena Lamparelli. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 352 p. Original inglês: “Principles of form and design”.

ZACHARIAS, A. A. *Do meio analógico ao meio digital: Uma discussão teórica*. Expressão. Guaxupé, n.2, 2001. Disponível em: <<http://www.fundeg.br/revista/expressão.htm>>. Artigo sem data de publicação exata. Acesso em: 14 de maio 2003.

- ANEXO 1 -



UFU - UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
IGUFU - Instituto de Geografia UFU
LAGES - Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos Solos



Imagens de Satélite: Landsat 7 / Sensores ETM+ e TM, Bandas 5, 4, 3 /
RGB - EMBRAPA / Folhas: SF-23-V-A-III-2-SE; SF-23-V-A-III-4-NE;
SF-23-V-B-I-1-SO; SF-23-V-B-I-3-NO, na escala 1:25.000 / Datum
South América 1969 (SAB 69). Obtidas em Julho de 2005



Carta Topográfica: ~~Carta de Caminho~~ / Escala: 1:50.000

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)