

METODOLOGIA INTEGRADA PARA ESTUDOS DE
RECURSOS NATURAIS E DINÂMICA AMBIENTAL

L. H. A. Azevedo e L. C. Sã Carvalho
Consórcio SPL/Sensora
Rua Barata Ribeiro, 383 - 8º andar

RESUMO

A necessidade de fazer interagir, em estudos de recursos naturais e dinâmica ambiental, tecnologias, informações e linguagens muito diversas e complexas, é frequentemente causa de ineficiências extremamente graves. O presente estudo apresenta uma metodologia geral, baseada na Teoria de Sistemas, para integrar sinergicamente dados e ferramentas visando resultados confiáveis, rápidos e de baixo custo.

ABSTRACT

The need for interacting complex multidisciplinary technologies, informations and languages in natural resources and environmental studies causes frequently inefficient results. This paper presents a general methodology, based on Systems Theory for integrating data and tools in order to obtain reliable, rapid and low cost results.

1. INTRODUÇÃO

Os métodos e processos de inventário e monitoramento ambiental nesta década sofreram substanciais aperfeiçoamentos. Metodologias tradicionais de mapeamento e levantamento de recursos foram substituídas por sistemas mais sofisticados que possibilitaram um aprimoramento na qualidade dos estudos e reduções significativas de custos e prazos de execução.

Com o advento da era espacial, também nesta década, vultosos recursos foram dirigidos às pesquisas relativas à tecnologia exigida pelos sistemas de pesquisa espacial, desde processos altamente complexos para lançarem espaçonaves em órbitas até delicados conjuntos eletrônicos capazes de detectar as mais sutis manifestações eletromagnéticas.

Paralelamente ao vertiginoso progresso da tecnologia, os profissionais estudiosos da problemática ambientais como geólogos, cartógrafos, agrônomos, urbanistas, geógrafos e outros encontraram enormes dificuldades para acompanhar tal corrida, desconhecendo frequentemente a maior parte daquele ferramental.

Este fato pode ser observado corriqueiramente em diversas organizações públicas e privadas brasileiras, que continuam com rotinas técnico-operacionais convencionais onde as novas tecnologias se aplicariam em melhores

condições. Inversamente, nos casos em que os novos recursos são utilizados, existe uma tendência à super-especialização, dificultando a integração de métodos em proveito do resultado final.

Por outro lado, deve ser considerado ainda um complicador suplementar, a saber, a formidável quantidade de informações geradas pelos sistemas avançados e convencionais e que devem ser selecionadas, gerenciadas e tratadas de forma otimizada para a obtenção de qualidade e custo convenientes.

Em síntese, os estudos ambientais devem apoiar-se em metodologias capazes de resolver, dentro do contexto tecnológico das condições gerais do País, os seguintes problemas:

- 1º) Como selecionar, coletar e organizar os dados disponíveis de modo a maximizar a qualidade e minimizar o custo e o prazo de um estudo.
- 2º) Como integrar sinergicamente aqueles dados, através de síntese de técnicas, conceitos, métodos e linguagens extremamente complexos e diversificados.

É claro que, de certo modo, qualquer trabalho desenvolvido neste setor procura resolver os problemas acima apontados, recorrendo, para isto, à experiência, à intuição, ao bom senso, às vezes até ao "gosto" e às idiosincrasias

sias deste ou daquele pesquisador.

No presente trabalho, procuraremos esboçar uma metodologia destinada a tornar a solução daqueles problemas uma disciplina estruturada, organizada e pouco sujeita a fatores aleatórios, em benefício das melhores condições de qualidade, custo e prazo.

2. GERENCIAMENTO DE DADOS

Qualquer estudo relativo ao ambiente terrestre sempre poderá ser resultado do somatório de uma série de informações que são disponíveis nas seguintes fontes:

- 1º - Acervo bibliográfico.
- 2º - Pesquisas locais de campo.
- 3º - Imagens sensoriais.

Dependendo do detalhe e da natureza do produto final que se pretende alcançar, deve-se enfatizar aquelas que melhor contribuam para os objetivos propostos.

Por exemplo, se pretendermos elaborar mapas de relevo na escala de 1:1.000.000, como é feito pelo Projeto RADAM, as fontes de dados mais aconselháveis são a 1ª (acervo bibliográfico) e a 3ª (imagens sensoriais). A execução de onerosas pesquisas de campo não iria contribuir com nada para melhorar a qualidade do produto final, na escala proposta.

2.1 - Fontes de Dados

2.1.1 - Acervo Bibliográfico

São inventários, mapeamentos e outros dados relativos ao ambiente, seus recursos e dinâmica, representados normalmente em mapas e relatórios descritivos. Este acervo bibliográfico deve ser sistematizado para acesso rápido ao documento, tanto por local como por assunto.

O método de organização dos dados é compatível com o sistema internacional cartográfico, com acesso a informações através das folhas internacionais em 1:1.000.000 até 1:25.0000.

A computação torna-se, neste momento, um precioso auxiliar, na medida em que facilita a busca e seleção de referências, dentro de um sistema de palavras-chave por assunto, combinadas com a organização básica por quadrícula internacional.

Com estas informações sistematizadas, os estudos ambientais são iniciados a partir de pesquisas já reali-

zadas, fato este que contribui para evitar superposição de trabalhos, acelerando o desenvolvimento de cada projeto.

2.1.2 - Pesquisas Locais de Campo

As atividades de coleta de dados "in loco" são orientadas através de modelos pré-estabelecidos de forma que os formulários sejam formatados com linguagem compatível ao tratamento rápido (respostas objetivas, codificadas, automatizáveis). Aqui, mais uma vez, o processamento de dados se apresenta frequentemente como uma ferramenta bastante útil em estatísticas e manipulação de bancos de dados.

Para a determinação precisa das informações necessárias e suficientes em cada coleta, lança-se mão de ferramentas usuais de análise de sistemas, de modo a evitar excessos ou faltas, em função dos objetivos finais. Voltaremos ao assunto mais adiante.

2.1.3 - Imagens Sensoriais

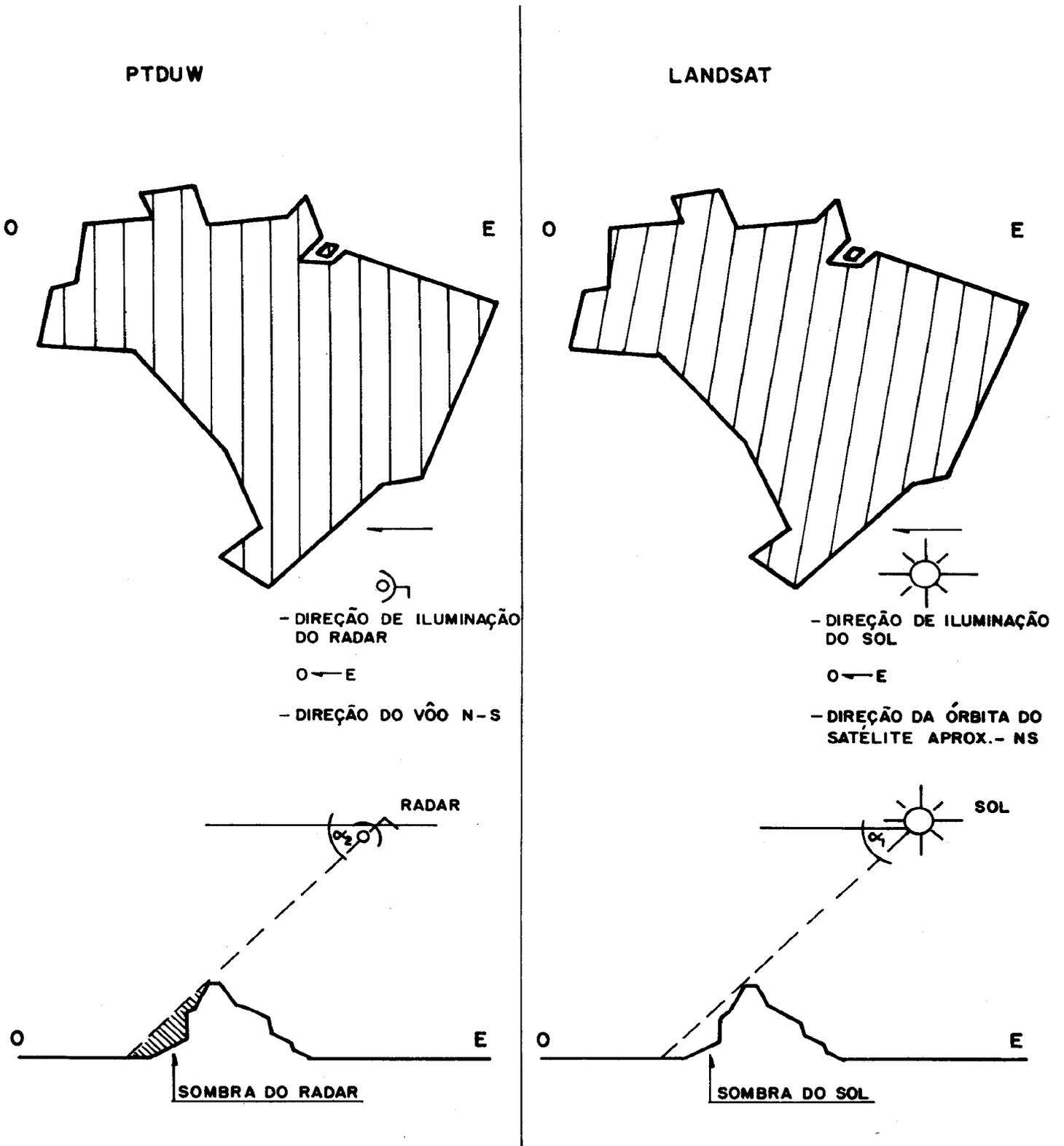
O conjunto de dados e informações que podem ser obtidos pela tecnologia do sensoriamento remoto a níveis terrestre, aéreo e orbital constitui-se no principal insumo aos estudos ambientais e de recursos naturais. Para um bom tratamento destes dados, é necessário que eles, nos seus vários estágios, sejam coerentes em termos de iluminação solar - efeito de sombras, geometria e sensibilidades espectrais. É bem mais lógico e fácil, para o intérprete, trabalhar com imagens de satélite em infra-vermelho e compará-las com fotos de baixa altitude também sensíveis às mesmas frequências, do que procurar correlacionar, por exemplo, o LV do LANDSAT com fotos obtidas em outras condições por aeronaves.

Dentro desta ótica, o Brasil possui o mais completo sistema integrado em multi-estágio de dados coletados por sensoriamento remoto. Este fato se deve ao sistema de coleta de dados a nível aéreo (PTDUW), que foi executado pelo Projeto RADAM e que possui todas suas especificações compatíveis com a série de satélites LANDSAT (Figuras 1 e 2).

2.1.4 - Contribuição das Fontes

O quadro a seguir sugere uma visão geral da importância relativa de cada fonte para diversas áreas de aplicação.

GEOMETRIA DOS SISTEMAS



ÂNGULOS α_1 E α_2 APROXIMADAMENTE IGUAIS

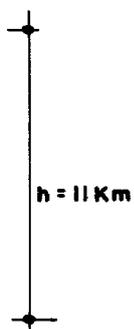
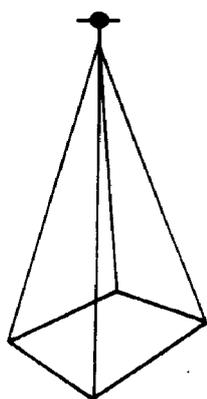
FIGURA I

SENSIBILIDADES ESPECTRAIS

PTDUW

CÂMERA - I²S - (ALTA RESOLUÇÃO)

ESC. - 1:73.000



LANDSAT

SUBSISTEMA-MSS - (RESOLUÇÃO DE 88m)

ESC. - VARIÁVEIS

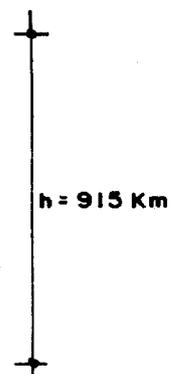
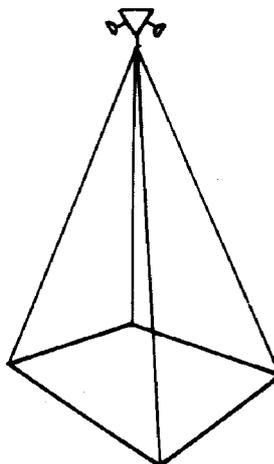


IMAGEM EM 4 CANAIS

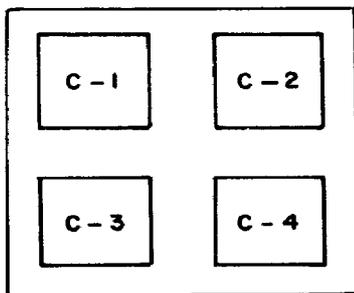
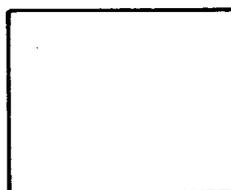
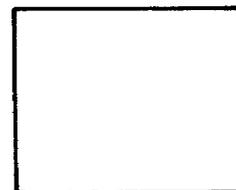


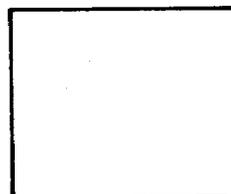
IMAGEM EM 4 CANAIS



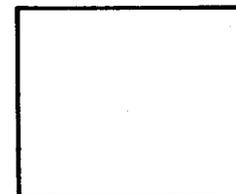
CANAL 4



CANAL 5



CANAL 6



CANAL 7

AS SENSIBILIDADES DOS CANAIS SÃO SEMELHANTES

FONTES DE DADOS x APLICAÇÕES

FONTES DE DADOS		RECURSOS MINERAIS	SOLOS	FITOGEOGRAFIA	USO E COB. SOLO RURAL	USO E COB. SOLO URBANO	ÁGUAS DE SUPERFÍCIE	PLANIMETRIA	ALTIMETRIA	GEOMORFOLOGIA	DINÂMICA AMBIENTAL	RECURSOS DO MAR
		BIBLIOGRAFIA	M	M	R	R	R	P	P	R	P	M
PESQUISA LOCAL	P	R	P	R	M	P	P	P	P	P	R	P
IMAGENS / FOTOS	VISUAL	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	R
	AUTOMÁTICO	P	P	R	M	R	P	P	P	P	M	M
		R	P	M	M	M	P	P	P	P	M	M



UTILIZAÇÃO
 P - POUCA
 R - RAZOÁVEL
 M - MUITA

2.2 - Tratamento de Dados

A Teoria Geral de Sistemas, que encontra aplicação em inúmeros campos da atividade humana, destina-se, entre outras coisas, a facilitar o domínio da complexidade. Por complexas entenda-se um sistema que possua, em mútua interação, muitos elementos. Infelizmente, a quantidade de elementos que a mente humana racional considera razoável gira em torno de apenas sete! Fora deste universo haverá negligências involuntárias quanto à importância ou mesmo a existência de certos fatores (Langefors, 1973). Mais ainda, o próprio método de desenvolvimento e administração de projetos, que envolve igualmente a necessidade de gerenciar grandes quantidades de fatores também fica comprometido.

O método aqui sugerido consiste basicamente na elaboração de um conjunto de modelos em nível crescente de detalhamento, representando o sistema-objeto em estudo, e seus objetivos podem ser assim resumidos:

- permitir o entendimento completo por parte do responsável pelo projeto do sistema em estudo, tanto no aspecto geral quanto nos detalhes que forem de interesse;
- propiciar uma linguagem de comunicação entre todos os especialistas envolvidos;
- organizar e controlar o grande volume de dados coletados e manipulados em análises de escopo amplo.

Suas características básicas são:

- a) inicia-se a descrição do projeto em alto nível de abstração, procurando, no entanto, englobar todos os fatores e atividades necessários, bem como o relacionamento entre eles;
- b) cada nível de descrição é feito com apenas dois tipos de elemento: subsistemas e relações entre eles;
- c) cada nível de descrição não contém nunca muitos subsistemas (máximo de 10), exigindo sempre a utilização de abstração nos níveis mais altos;

- d) cada nível de descrição é formalizado rigorosamente (aqui há uma diferença importante em relação aos "esquemas" apresentados usualmente, que confundem abstração com superficialidade);
- e) cada nível de descrição é apresentado aos participantes e "testado" por eles (o que não é difícil, tendo em vista a simplicidade dessas descrições: apenas subsistemas e relações, representados por um gráfico de retângulo e flechas acompanhados por um texto auxiliar);
- f) cada subsistema é em seguida decomposto do mesmo modo, até que se atinja os menores detalhes a serem entendidos.

O essencial desse processo é que nunca se lida com um número excessivo de detalhes, evitando os esquecimentos e o embaralhamento de interferências entre os fatores diversos, ao mesmo tempo em que se tem, através da descrição rigorosa, precisa e clara (nunca detalhista!) de cada relação em cada nível, o controle completo da situação (Figura 3).

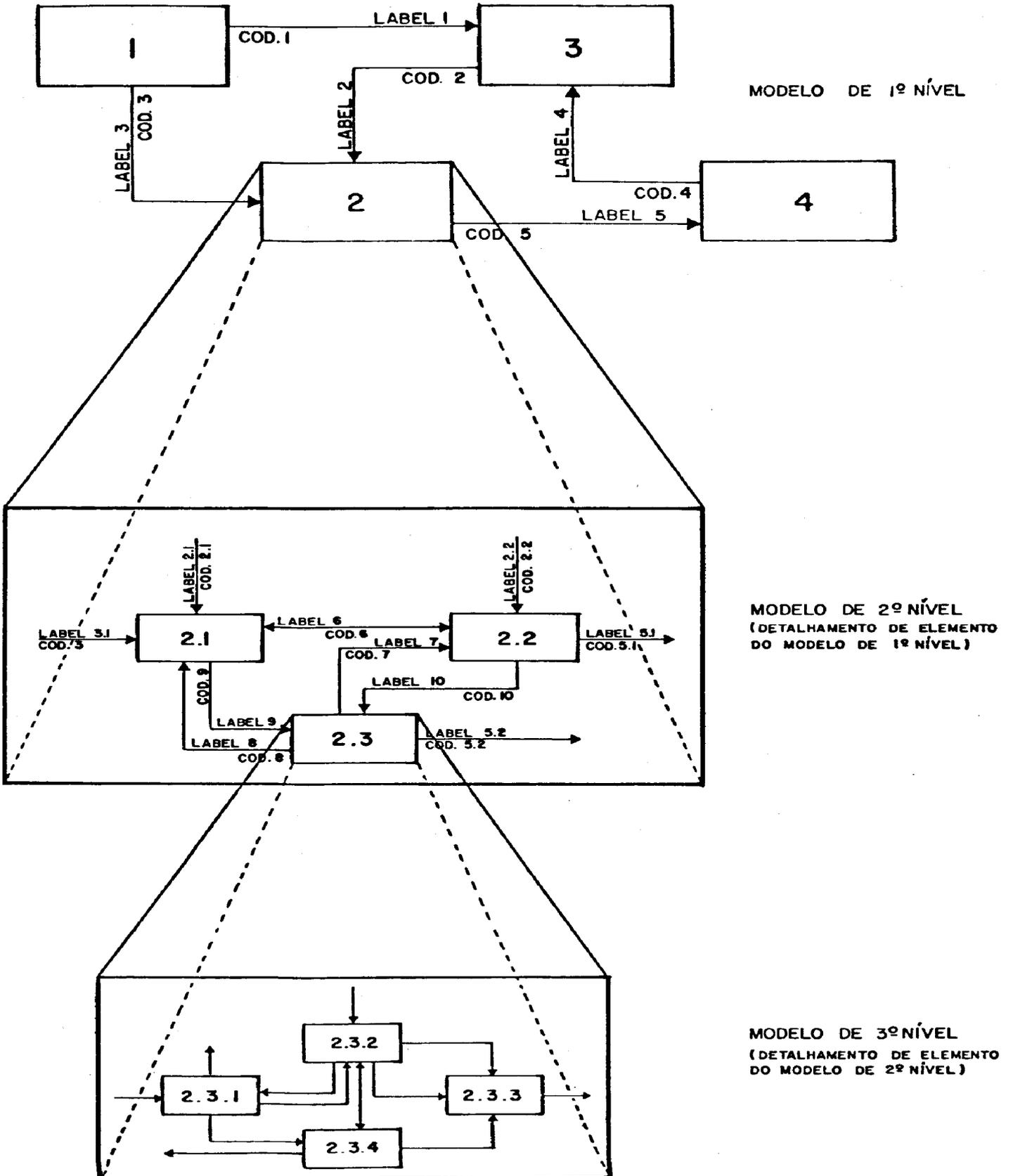


Figura 3

Suponhamos, por exemplo, que se deseje determinar, para uma aplicação em geologia (determinação de configurações favoráveis a jazimentos petrolíferos), qual o papel exato de cada fonte de dados, como devem os mesmos ser coletados, como interagir, de modo controlado e racional, os diversos processos de análise de imagens visual e automatizada) com a cultura dos especialistas na matéria, quais as restrições administrativas do projeto, etc. A resposta a todas estas questões é dada pelas relações do modelo sistêmico elaborado conforme acima de mostrado. Para cada relação se terá um certo número de parâmetros característicos, em função do tipo da mesma: se se trata de um dado, uma análise, uma solicitação de algo, um controle, etc.

3. CONCLUSÕES

Através de mecanismos como o apresentado, associados ao desenvolvimento de um sistema de suporte computacional denominado PIL e operado em um minicomputador nacional, diversos projetos foram organizados, com resultados altamente encorajadores. Assim, em setores tão diversos quanto poluição, geologia, avaliação de recursos naturais e agricultura tem sido possível obter-se modelos equilibrados, reunindo especialistas de diversas procedências, em tempos bastante reduzidos.

Pode ser citado o caso de um projeto reunindo desde a geração de tecnologia para determinados problemas específicos até um largo programa de pesquisa de campo, pesquisa bibliográfica, interpretação automática e visual de imagens, diversos tipos de sensores, etc., no qual o modelo geral elaborado conforme os princípios aqui apresentados, possibilitou inclusive o estabelecimento de normas e funções administrativas e o controle total das operações. Foi, além disso, possível determinar com antecedência os pontos críticos do projeto, a função de cada especialidade e algumas exigências em matéria de dados.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LANDGREBE, DAVIDA. Analysis Technology for Land Remote Sensing, Proceedings of the IEEE, 69(5):628-642, 1981
- LANGFORS, B. Theoretical Analysis of Information Systems, ed. Auerbach, 1973
- MACIEL, JARBAS Elemento de Teoria Geral Sistemas, ed. Vozes, 1974
- WEINBERG, G.M. An Introduction to General Systems Thinking, Interscience - ed. Wiley, 1975.