

## Capítulo 19

### **Análise da conformidade de uso do solo nas zonas de preservação permanentes do plano diretor do município de Penha (SC), utilizando técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica.**

**Rafael Muller Petermann; Sergey Alex de Araújo; Fabricio Helton Reis.**

- Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Rua. Uruguai, 458, Centro, CEP88301-970, Itajaí, SC.

#### **ABSTRACT**

People's interests upon coastal areas have been observed during all over human history. Its exploitation has happened in many and diverse ways. Recently, the irregular expansion of coastal urban centers in such areas became a concerned kind of land use. The Man/Nature interaction over these ecosystems is very fragile, and problems associated with this interaction are observed all over the world. In Brazil, mapping works approaching the land uses of coastal segments, have been carried out and used to support administration and management plans of coastal areas. Based on these premises a land use map were developed to be crossed with the Director Plan of Penha, located at central north shore of the Santa Catarina State. The results were presents by the special analyses of dates.

Key Words: Remote Sensing, Geographic Information System, land use, environment.

#### **INTRODUÇÃO**

Durante séculos, o uso do solo foi essencialmente agrícola. A partir do século XIX, uma grande parte começou a ser ocupada pela indústria e hoje, sobretudo após a década de 1950, o processo de urbanização vem ocupando espaços cada vez mais significativos e importantes (Corrêa, 1991). Suguio (1999) ressalta que este crescimento pode ser observado nas regiões costeiras do Brasil e do mundo através do crescimento demográfico das cidades litorâneas.

A interação homem/natureza no ecossistema costeiro é muito delicada, sendo denotada, muitas vezes, pelos problemas decorrentes dos desequilíbrios gerados, tal como alterações da paisagem e da dinâmica local de sedimentos ocasionados pela ocupação urbana.

Suguio (1999) coloca que pressupor o comportamento dos processos costeiros tornou-se uma necessidade das administrações públicas, como forma de desenvolvimento urbano. Outro ponto é a tendência de se utilizar mapas

temáticos de classificação com variáveis destes processos, facilitando a identificação e visualização destes.

Com o desenvolvimento das técnicas aplicadas ao sensoriamento remoto, construção de novos satélites de observação terrestre e sistemas computacionais, as ciências da terra alcançaram novos níveis de pesquisa, principalmente ao que se refere às análises ambientais. Estas análises podem ser obtidas cruzando-se as informações cartográficas de uma determinada área, podendo-se, assim, inferir a fragilidade a que está sujeita.

Seguindo estas premissas, o estudo objetivou realizar um levantamento do uso do solo na região de Penha, Santa Catarina por meio da utilização de imagens de sensores remotos, a fim de confrontá-los com as Zonas de Preservação Permanente, definidas no Plano Diretor Municipal de 1986. O resultado final é apresentado na forma de mapa de conformidade de uso e sua quantificação dentro da totalidade do plano.

## **MATERIAL E METODOS**

### **- Área de Estudo**

A região proposta para este ensaio foi delimitada tendo como referencial o Plano Diretor do Município de Penha, localizado no Litoral Centro-Norte do Estado de Santa Catarina. O Plano Diretor executado por GAPLAN no ano 1986, foi obtido junto a Secretaria de Planejamento em meio impresso.

### **- Geoprocessamento**

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Assim, as atividades que envolvem o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos para cada aplicação. Estes sistemas são mais comumente tratados como *Sistemas de Informação Geográfica (SIG)* (Câmara *et al.* 1996).

Para a etapa de geoprocessamento utilizou-se o programa *SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas)* Release 4.1,

o qual consiste de um pacote de programas desenvolvido pelo *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE* (Câmara *et al.* 1996) que possibilitam o processamento de informações georeferenciadas.

### - **Base Cartográfica**

O primeiro passo dentro do SIG é o de se criar uma base dados contendo os dados referentes ao meio físico da área de interesse e, em seguida, a introdução de base cartográfica. Isto é conseguido com a importação de cartas e mapas para dentro do sistema, a partir de sua digitalização. Uma carta pode ser definida como uma representação do mundo real em seus aspectos naturais e artificiais, ligada a uma projeção cartográfica com a finalidade de avaliação de direção, distância e localização para o uso em atividades humanas.

Estes produtos podem ser adquiridos em diferentes escalas que podem variar de 1:5000/1:10000, daquelas utilizadas em nível municipal até 1:50000/1:250000 em nível regional e estadual. Dentro das metas do trabalho, optou-se por utilizar o próprio plano diretor do município, apresentado na escala 1:10000 como base cartográfica, que foi digitalizado, servindo como referencial geográfico para as etapas seguintes de geoprocessamento (Fig. 1).

### - **Georeferenciamento da Imagem**

Segundo Câmara *et al.* (1996), “uma imagem digital pode ser definida por uma função bidimensional, da intensidade de luz refletida ou emitida por uma cena, na forma  $I(x, y)$ ; onde os valores de  $I$  representam, a cada coordenada espacial  $(x, y)$ , a intensidade da imagem nesse ponto. Essa intensidade é representada por um valor inteiro, não negativo e finito, chamado nível de cinza. A cada ponto imageado pelos sensores, corresponde a uma área mínima denominada "pixel" (picture cell), que deve estar geograficamente identificado, e para o qual são registrados valores digitais relacionados à intensidade de energia refletida em faixas (bandas) bem definidas do espectro eletromagnético”.

Tendo sido determinada a região de estudo como a área de cobertura do

plano diretor, foi encontrada a imagem que melhor atende às expectativas do trabalho. Fez-se a opção pela imagem LANDSAT 7 ETM+, WRS 220\_079 (NASA, 2000).

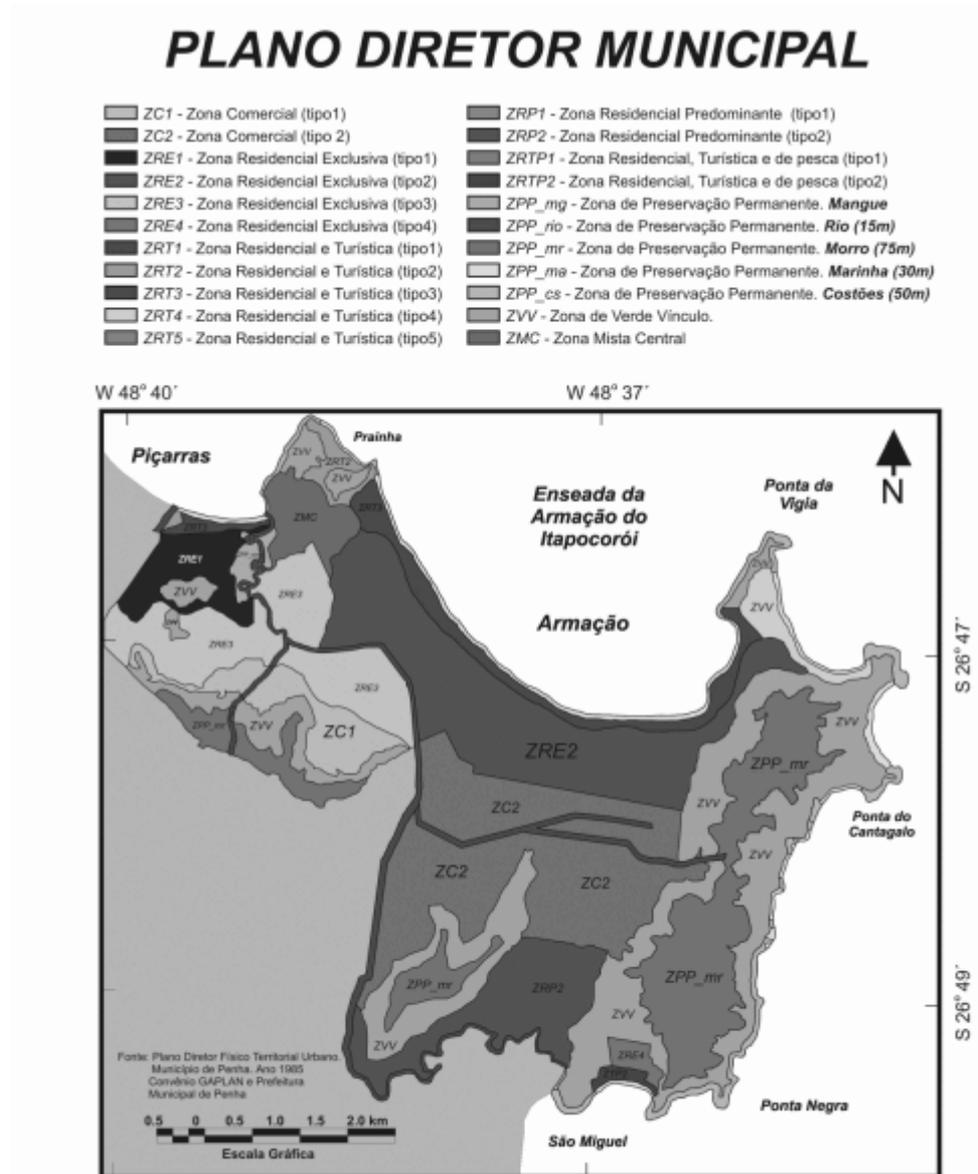


Figura 1. Plano Diretor do Município de Penha (SC) do ano de 1986, utilizado como base cartográfica para o estudo. Fonte: GAPLAN

Através do processo chamado de Registro, a imagem é importada para o banco de dados contendo a base cartográfica.

Registro, em linhas gerais, é uma operação executada em programas de processamento digital de imagens que relaciona as coordenadas da imagem com coordenadas geográficas, com projeção cartográfica definida, que executa

transformações geométricas nas imagens, eliminando distorções destas e adequando-as ao uso com outras informações georeferenciadas.

#### **- Processamento Digital da Imagem (PDI)**

O passo seguinte ao registro consistiu no processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos (Câmara *et al.* 1996). O resultado final é uma imagem digital que constitui um mapa de "pixels" classificados, representados pelas cores atribuídas as classes de uso do solo identificadas e definidas pelo usuário.

Para tanto, foram inicialmente aplicadas às imagens técnicas de realce de contraste, disponíveis no SPRING, com o objetivo de melhorar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano. Estas técnicas normalmente são utilizadas como uma etapa de pré-processamento para sistemas de reconhecimento de padrões.

Na extração das informações, a classificação estatística é o procedimento convencional mais utilizado para análise digital de imagens. Constitui-se num processo de análise de pixels de forma isolada. Esta abordagem apresenta a limitação da análise pontual ser baseada unicamente em atributos espectrais.

Para superar estas limitações, foi realizada a segmentação de imagem, anterior à fase de classificação, como sugere Câmara *et al.* (1996), onde são extraídos os objetos relevantes para a aplicação desejada. Neste processo, divide-se a imagem em regiões que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação. Entende-se por regiões, um conjunto de "pixels" contíguos, que se espalham bidirecionalmente e que apresentam uniformidade.

Os segmentos definidos foram classificados de acordo com as classes de uso e cobertura do solo, identificados e posteriormente editados visualmente na forma vetorial, compondo, assim, o mapeamento temático para cruzamento com as Zonas de Preservação Permanentes (ZPP) e Zonas de Verde Vinculado (Fig. 2).

#### **- Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL)**

Um programa em LEGAL consiste de uma seqüência de operações descritas por sentenças organizadas segundo regras gramaticais, envolvendo

operadores, funções e dados espaciais, categorizados segundo o modelo de dados SPRING (Câmara *et al.* 1996).

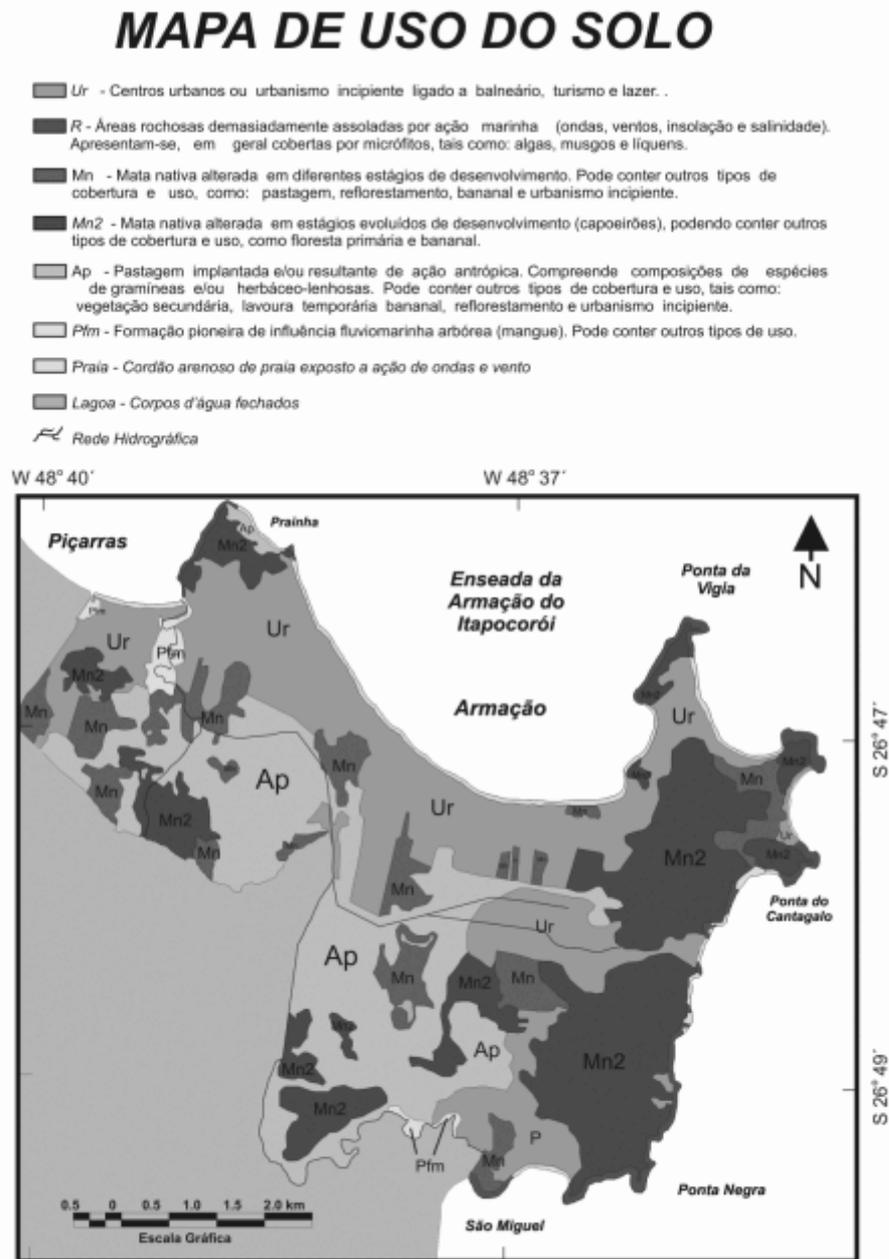


Figura 2. Mapa de uso e cobertura do solo do município de Penha (SC).

As sentenças elaboradas para os cruzamentos das classes de uso com as áreas de ZPP, foram descritas da seguinte forma: As classes de uso Urbano e Pastagem foram consideradas inadequadas ao zoneamento proposto no Plano Diretor, quando estas estivessem sobre as ZPP ou ZVV. Outros tipos de cruzamento foram considerados adequados ao zoneamento estabelecido pela lei municipal (Fig. 3).

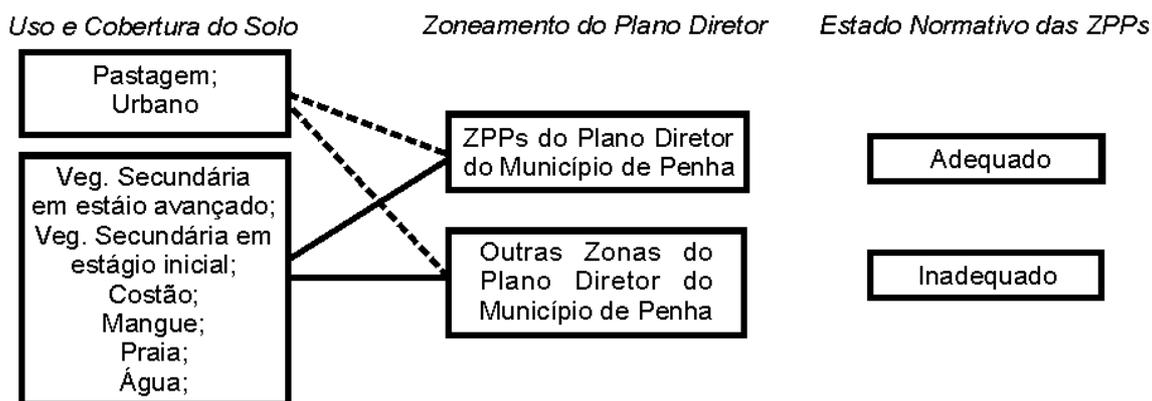


Figura 3. Esquema demonstrando o cruzamento dos dados de uso do solo e zoneamento executado através de uma operação descrita em LEGAL.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### - Resultados quantitativos

As ferramentas disponíveis no SPRING permitiram a quantificação das unidades resultantes do mapeamento temático e da análise espacial de dados, que são apresentadas nas Tabelas I e II.

### - Uso do solo do Município de Penha e os Conflitos com as ZPPs

A densidade demográfica do município é de 256 habitantes/km<sup>2</sup> (Santa Catarina, 2000) normalmente triplica no verão. Penha apresenta em relação aos municípios litorâneos, um crescimento mais lento na área urbana, que atualmente abrange 30,95% do território mapeado (Tab. II). As duas zonas mais representativas encontram-se de certa forma conurbadas (Fig. 2). A ocupação urbana do município acontece preferencialmente na faixa litorânea, dada a partir dos loteamentos instalados nas praias do Quilombo, de Armação e do Manguinho, que possuem vasta extensão de terras planas (restingas litorâneas) e servem aos propósitos dos veranistas. Observa-se que a especulação imobiliária e a alta densidade de uso nestes locais têm voltado recentemente a atenção dos investidores em ocuparem os terrenos em cotas mais altas, em costões e em promontórios.

Tabela I. Representação temática – Plano Diretor do Município de Penha, SC.

| Zona do PD  | Área (Km <sup>2</sup> ) | %      | Zona do PD   | Área (Km <sup>2</sup> ) | %           |
|-------------|-------------------------|--------|--------------|-------------------------|-------------|
| Zpp_mangue  | 0,15                    | 0,53%  | ZRTP_2       | 0,09                    | 0,33%       |
| Zpp_rio     | 0,97                    | 3,42%  | ZRE_1        | 0,77                    | 2,74%       |
| Zpp_marinha | 0,52                    | 1,83%  | ZRE_2        | 3,97                    | 14,04%      |
| Zpp_costões | 0,56                    | 1,97%  | ZRE_3        | 2,37                    | 8,36%       |
| Zpp_morro   | 3,68                    | 13,01% | ZRE_4        | 0,15                    | 0,55%       |
| ZW          | 5,86                    | 20,71% | ZRT_1        | 0,11                    | 0,41%       |
| ZRP         | 1,59                    | 5,60%  | ZRT_2        | 0,22                    | 0,79%       |
| ZC_1        | 0,94                    | 3,31%  | ZRT_3        | 0,84                    | 2,98%       |
| ZC_2        | 4,48                    | 15,84% | ZRT_4        | 0,35                    | 1,23%       |
| ZMC         | 0,65                    | 2,29%  | Lagoa        | 0,02                    | 0,07%       |
| ZMC         | 0,65                    | 2,29%  | <b>TOTAL</b> | <b>28,30</b>            | <b>100%</b> |

Tabela II. Representação temática – Uso do solo do Município de Penha, SC.

| Classe de uso | Área (Km <sup>2</sup> ) | %           |
|---------------|-------------------------|-------------|
| Mn2           | 7,89                    | 27,91%      |
| Mn            | 3,09                    | 10,93%      |
| R             | 0,57                    | 2,01%       |
| Ur            | 8,75                    | 30,95%      |
| Ap            | 7,15                    | 25,29%      |
| Pfm           | 0,34                    | 1,21%       |
| Praia         | 0,48                    | 1,71%       |
| Água          | 0,05                    | 0,19%       |
| <b>TOTAL</b>  | <b>28,27</b>            | <b>100%</b> |

Além da expansão mobiliária, foram identificados diversos fatores que atingem de forma negativa o ecossistema do município, em especial na região da morraria, entre os quais observa-se a alteração e/ou eliminação da cobertura vegetal nativa, transformada em áreas de pastagem e pressões antrópica como abertura de novas estradas.

Foram identificadas extensas áreas (10,98km<sup>2</sup>) ainda ocupadas por vegetação nativa (Mn e Mn2) e regiões de bosques de mangue (0,34km<sup>2</sup>) com abrangência superior a 39% do território mapeado em Penha e onde ainda se faz possível uma ordenação e o planejamento de ocupação do solo.

Existe uma proposta para a criação de uma APA. (Área de Preservação Ambiental) nas morrarias da Praia Vermelha, por parte da ACAPRENA

(Associação Catarinense Preservação da Natureza). Situado nos domínios da Floresta Atlântica cobrindo quase 17% da área do município de Penha, o complexo da Praia Vermelha alcança altitudes de até 276 metros e vegetação correspondente à Floresta Ombrófila Densa. A vegetação existente na área da Praia Vermelha constitui-se praticamente em uma “ilha” vegetal, pois não apresenta continuidade com outros fragmentos dessa formação. O costão da Praia Vermelha apresenta uma zona de escape remanescente para o corredor de fauna localizada ao sul da área de interesse. A partir desta, seguem áreas silvestres formadas por diversas morrarias que se interligam às ramificações da serra do Itajaí (Santa Catarina, 2000).

Os conflitos de uso de solo e as ZPPs do plano diretor ocorrem principalmente pela utilização por classes de pastagens/agricultura (Ap) e área urbana (Ur), que ocupam cerca de 23% destas zonas (Fig. 3). Este processo se dá preferencialmente pelo avanço da utilização imprópria em áreas de encostas e morros, nas regiões de praia e nas margens de cursos d'água, que são as principais áreas afetadas.

De forma geral, as ZPPs definidas pelo Plano Diretor encontram-se íntegras, porém é fundamental dar início a um processo para a tomada de ações preventivas e ordenadas necessárias que assegurem à proteção destas áreas, bem como o desenvolvimento de atividades de ecoturismo e educação ambiental, visando a manutenção das unidades de preservação.

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica contribui através de análise espacial e da visão sinóptica, para o monitoramento das transformações e das incongruências de usos.

## MAPA DO ESTADO NORMATIVO DAS ZPPs

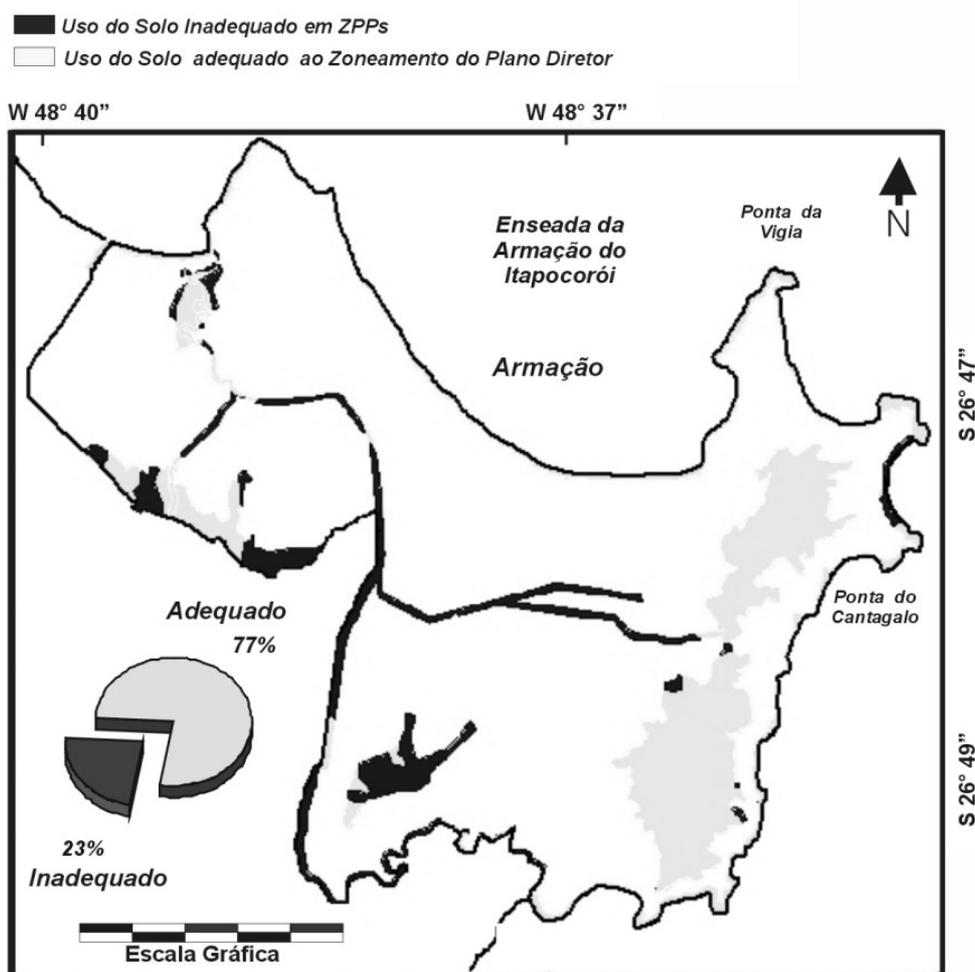


Figura 4. Mapa do estado normativo das ZPPs do município de Penha, SC.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M. & Garrido, J. 1996. SPRING: Integrating remote sensing and gis by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics*, 20: (3) 395-403.
- Corrêa, R.L. 1991. *Região e organização espacial*. 4ª Ed. São Paulo. Editora Ática. 96 p.
- GAPLAN. 1986. *Plano Diretor do município de Penha, Santa Catarina*. Penha, SC. Mapa. Escala 1:10.000.
- NASA. 000507 TIFF. 2000. Imagem de satélite. 333 Mb. LANDSAT 7 ETM+: 219\_079. Bandas 1,2,3,4,5 e 7. Aquisição 07/05/00, Processamento 25/07/01. Full Frame. Bandas MS. Engesat Imagens de Satélite. nº CD: 5446/01 - nº pedido 1707. CD-ROOM.
- Santa Catarina. 2000. *Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. plano básico de desenvolvimento ecológico-econômico: a associação dos municípios da foz do rio itajaí-açu*. Florianópolis. 297 p.
- Suguio, K. 1999. *Geologia do quaternário e mudanças ambientais: (passado+presente = futuro?)*. 1ª. Ed. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas. 366 p.