

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

ELAINE MELO DE OLIVEIRA

**VARIAÇÃO TEMPORAL DA COBERTURA DE USO DO SOLO DOS MORROS DE PORTO
ALEGRE (1991-2002)**

Porto Alegre, 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

ELAINE MELO DE OLIVEIRA

**VARIAÇÃO TEMPORAL DA COBERTURA DE USO DO SOLO DOS MORROS DE
PORTO ALEGRE (1991-2002)**

Trabalho de conclusão apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. MSc. Heinrich Hasenack

Porto Alegre, 2012.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	PROBLEMAS RELACIONADOS À OCUPAÇÃO HUMANA	10
1.1.1	Impactos para a população	10
1.1.2	Impactos para o Ambiente.....	11
1.2	O NOVO CODIGO FLORESTAL (BRASIL, 2012).....	12
1.3	ÁREA DE ESTUDO	13
1.3.1	Geomorfologia e ocupação dos morros.....	13
1.3.2	Clima.....	14
1.3.3	Vegetação dos morros de Porto Alegre.....	14
1.3.4	Florestas.....	16
1.3.5	Campos dos Morros	19
1.3.6	A diversidade dos Campos.....	22
2	OBJETIVO	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	DIGITALIZAÇÃO DOS MAPAS	23
3.2	GEORREFERENCIAMENTO	23
3.3	VETORIZAÇÃO E EDIÇÃO DOS POLÍGONOS	25
3.4	UNIFICAÇÃO DA LEGENDA.....	26
3.5	VISUALIZAÇÃO DO MAPA	30
3.6	CÁLCULO DAS ÁREAS	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	RESULTADO TOTAL DOS MORROS	34
4.2	RESULTADOS DE CADA MORRO.....	36
5	CONCLUSÕES.....	40
6	REFERÊNCIAS	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Áreas de Preservação Permanente de Topo de Morro do município de Porto Alegre de acordo com os critérios definidos no Código Florestal de 1965 e Resolução CONAMA nº303/2002.....	12
Figura 2. Gradiente de vegetação natural presente nos morros de Porto Alegre (Hasenack et al., 2008).....	15
Figura 3. Campo seco- FONTE: Marco Verdade (2006).....	20
Figura 4. Campo Rupestre-FONTE: Setubal (2006).....	21
Figura 6. Processo de vetorização dos polígonos.....	25
Figura 7. Polígono interno de um dos morros exibindo um cruzamento de vértices..	26
Figura 8. Morros contíguos agrupados	31
Figura 9. Uso e cobertura dos morros de Porto Alegre (1991).....	32
Figura 10. Uso e cobertura dos morros (2002).....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Áreas totais e proporcionais ocupadas por cada categoria de uso do solo em 1991 e 2002 em todos os morros e percentuais de variação de cada categoria em relação a ela própria em 1991.	35
Tabela 2- Uso dos morros 1991 (ha).	37
Tabela 3. Uso dos morros 2002 (ha)	38
Tabela 4. Diferença de área (ha) de uma categoria em 2002 comparada com ela mesma em 1994.	39

QUADRO

Quadro 1. Demosntração dos códigos e categorias da classificação de Hasenack et al. (2008) que foram considerados correspondentes aos de Güntzel et al. (1994).	29
--	----

Agradecimentos

A equipe do Laboratório de Geoprocessamento da UFRGS, pela infraestrutura, ética e seriedade.

Ao professor Heinrich Hasenack pela oportunidade de realizar esse trabalho. Agradeço a paciência, compreensão e pelo acompanhamento em todas as etapas.

Aos examinadores pela disponibilidade.

Ao professor Eliseu Weber e a colega Leila Rosales pelo suporte técnico.

A Juliana Silva pelo auxílio nas correções.

Aos meus familiares pelo apoio em todos os momentos da minha vida.

Ao Eduardo Hiller pelo carinho, ajuda e paciência durante a realização desse trabalho.

RESUMO

A legislação de Porto Alegre considera os morros e encostas patrimônio natural da cidade, embora tal patrimônio venha sendo prejudicado pela ocupação inadequada. Neste trabalho foi descrito a cobertura vegetal original dos morros de Porto Alegre, segundo o gradiente natural que apresentam. Também foi sucintamente mostrado o sentido do crescimento da urbanização do município, demonstrando os riscos para a população e os impactos para o ambiente quando as áreas dos morros são ocupadas sem planejamento. Os objetivos gerais aqui expostos referem-se à comparação das mudanças no uso e cobertura dos morros de Porto Alegre em 1990-1991 e em 2002-2003 a partir das classificações de Güntzel et al. (1994) e de Hasenack et al. (2008). Para isso, os dados de Güntzel et al., 1994 foram vetorizados e comparados com os de Hasenack et al. (2008) por meio de programas de computador (Idrisi Selva, Cartalinx, e Microsoft Excel) . As áreas dos morros foram classificadas em oito (8) categorias, sendo elas (Área Urbanizada, Pedreira, Campo, Mata Nativa, Floresta Cultivada, Pomares e Hortas, Solo Descoberto e Água.). Os resultados demonstraram aumentos nas categorias de Área Urbanizada e em maior parte das áreas de Mata Nativa, sendo que as demais apresentaram redução em geral, principalmente a categoria Campo. Esses resultados podem estar associados a invasão das áreas florestais sobre os campos, e da urbanização sobre os outros usos do solo.

Palavras chave: morros, uso do solo, sistema de informação geográfica, Porto Alegre.

ABSTRACT

The legislation of the municipality of Porto Alegre considers hills and slopes a natural heritage, even if they have been damaged by unplanned urbanization. In this work the original vegetation cover of the hills of Porto Alegre is described. The vectors of urban growth on the hills raises risks to the population and the impacts on the environment when areas are occupied without any planning. The general objectives here exposed relate to changes in landcover of the hills of Porto Alegre between 1991 and 2002. Paper maps of 1991 were digitized, georeferenced and vectorized identifying 8 landcover categories (urbanized area, stone mining, grassland, native forest, silviculture, orchards and vegetable gardens, bare soil and water). The results show the growth of urbanized areas and native forest, and the shrinkage of other categories, mainly grassland. This results may be associated to the invasion of forest on grasslands and urbanization on other landcover classes.

Keywords: hills, landcover, geographic information system, Porto Alegre.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento não planejado das metrópoles brasileiras nos últimos 50 anos, acarretou na grande destruição das paisagens naturais. A questão da preservação ambiental não recebeu prioridade por parte dos governos, que deixaram de controlar as edificações em locais inapropriados para a construção civil, como morros e encostas com declividade acentuada e em aterramentos das áreas de várzea.

A Lei Orgânica de Porto Alegre, cap. VII, artigo 240, determina que os morros e matas existentes no Município são patrimônio da cidade. Porém esse patrimônio vem sendo paulatinamente destruído com a ocupação inadequada e com as práticas decorrentes dessa ocupação.

Güntzel et al. (1994) consideraram possível combinar urbanização com preservação ambiental, desde que se fizesse um diagnóstico da distribuição dos elementos da paisagem dos morros e se redesenhasse o padrão de distribuição das ocupações. Também reforçaram a necessidade de estabelecimento de áreas de preservação.

Segundo Setubal & Boldrini, a manutenção da vegetação natural é necessária, pois ela presta inúmeros serviços ambientais, como a oferta de habitat para reprodução e alimentação de diversos animais, residentes e migratórios, favorecendo a conservação de outras espécies. A vegetação também beneficia as cidades, regulando a temperatura, e a umidade, assim como impedem a excessiva erosão dos solos em áreas de alta declividade. Além disso, a diversidade de espécies, muitas vezes agrega valor paisagístico e cênico para uma localidade, podendo gerar atrativos turísticos. Alguns dos morros do município ainda apresentam as áreas de vegetação natural com grande estado de preservação que aos poucos estão desaparecendo por diversas práticas que serão descritas mais a frente.

Neste trabalho foram analisadas as transformações na paisagem natural dos morros de Porto Alegre quantificando, as mudanças que houve entre os anos de 1991 e 2002. Para isso, foi observado o uso e cobertura do solo dos morros, considerando como naturais as coberturas das áreas de “Floresta Nativa”, campo e água, e classificando como decorrentes da influência humana, os usos do solo que se destinaram a implantação da urbanização, exploração de pedreiras e atividade de silvicultura. Dada a pressão antrópica que vem ocorrendo historicamente, considerou-se a possibilidade de que a urbanização tivesse aumentado sobre outros tipos de cobertura. Também foram expostos os riscos da ocupação de áreas muito inclinadas, já que é comum o uso de práticas inadequadas para tornar possível a ocupação nesses locais, o que acaba gerando grande impacto para o ambiente e para a população.

1.1 PROBLEMAS RELACIONADOS À OCUPAÇÃO HUMANA

A expansão das cidades vem acarretando uma série de problemas ambientais e até mesmo relacionados a riscos de acidentes para população humana, no caso de ocupação em locais inadequados. Para Oliveira (1998) as condições precárias de vida levam a ocupação informal de morros e encostas, e a falta de infraestrutura básica resulta realização de práticas não suportadas pelo terreno. Nessas áreas é importante que o poder público tome medidas para reverter às situações de risco, eliminando os fatores e realocando a população, pois a incidência de chuvas intensas agrava ainda mais essa situação.

1.1.1 Impactos para a população

De acordo com Oliveira (1998) podem ser percebidos vários impactos para a população, que serão descritos a seguir:

O desmatamento em áreas declivosas é um dos impactos que pode-se perceber é, consistindo na retirada da vegetação (na maioria das vezes de grandes áreas). A remoção da cobertura do solo implica na perda das raízes, que são responsáveis pela manutenção da coesão dos elementos do solo, favorecendo o processo erosivo e colocando em risco as instalações improvisadas sobre esses locais.

Outro costume dos moradores é a quebra de blocos de rocha nas localidades onde já houve exploração mineral. Segundo Oliveira (1998) o uso de explosivos ocasiona a formação de fraturas e descontinuidades nas rochas, propiciando a queda de blocos, principalmente por ocasião da chuva. Além disso, alguns moradores dessas áreas costumam realizar aterros em áreas de encosta, na tentativa de obtenção de um terreno plano. Costumam escavar parte do barranco para obter material para aplainar o solo, expondo a população a riscos ainda maiores, pois o solo podzólico perde a coesão dessa maneira, ficando mais suscetível ao desmoronamento.

Quanto a liberação de lixo e dejetos, pode-se citar o uso de fossas sanitárias, que em seu uso prolongado em podem causar a formação de zonas saturadas no solo, facilitando seu rompimento. Os depósitos de lixo clandestino nas encostas incrementa a possibilidade de escorregamento pelo aumento da carga de peso (Oliveira, 1998). O escorregamento está associado á

ação da água e da gravidade e ocorre em taludes de corte, aterro e taludes naturais. Envolve massas de solo com material rochoso de dimensão variada.

1.1.2 Impactos para o Ambiente

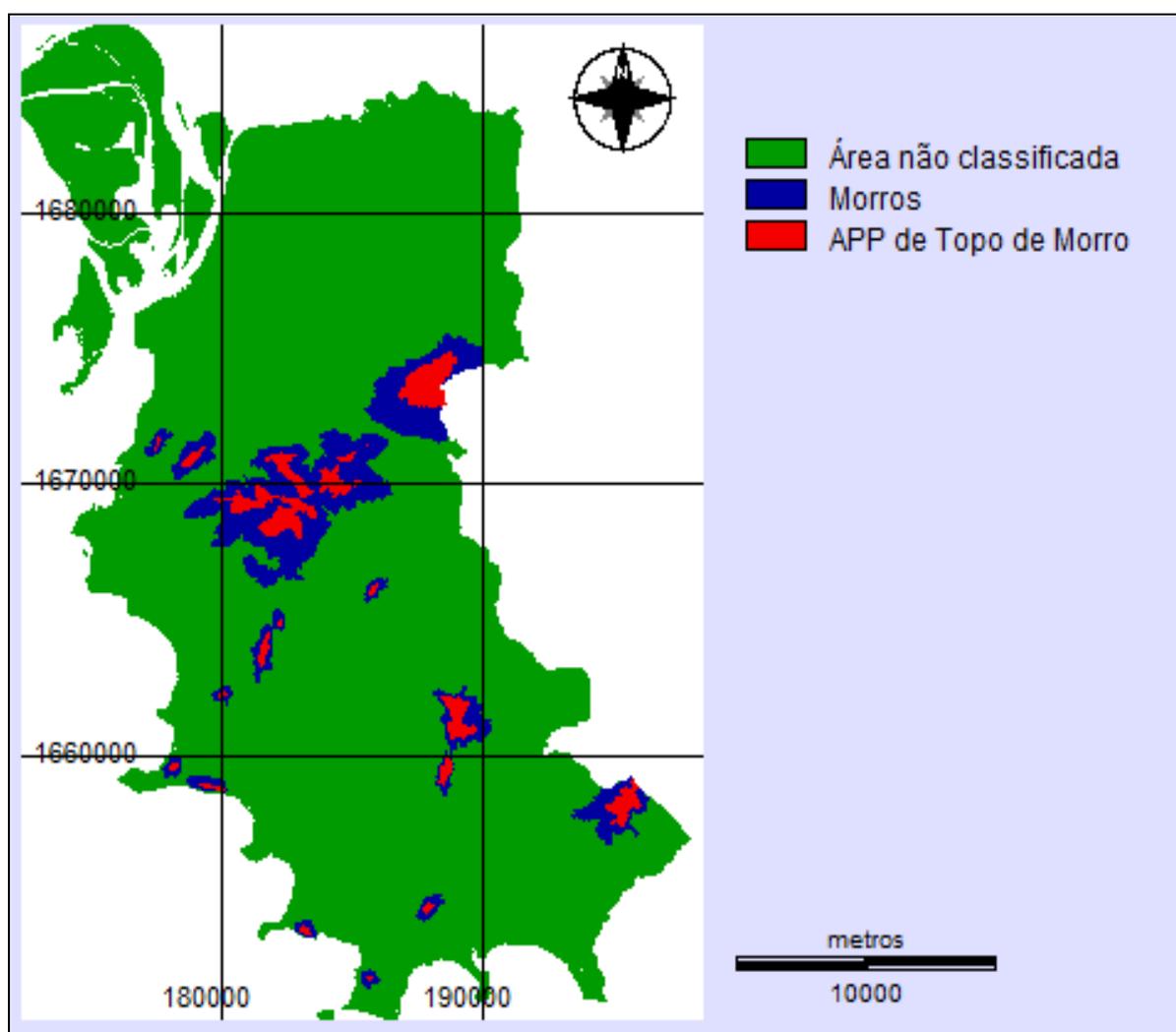
Hasenack & Setubal (2011) afirmam que a ocupação desordenada do território também contribui para a perda de habitat, o que resulta na fragmentação dos ecossistemas. A perda de conectividade entre os ecossistemas é dada pela urbanização entre os locais que possuem vegetação, principalmente campestre. As florestas já isolam naturalmente os campos, mas com a perda da vegetação a fragmentação é intensificada, pois as áreas urbanizadas funcionam como uma barreira para o cruzamento das espécies, o que conseqüentemente diminui a variabilidade genética. Desta maneira acabam sofrendo endocruzamento parental e depressão gênica. Assim há o acúmulo de mutações deletérias, contribuindo para o processo de extinção de espécies através de um processo ecológico, conhecido como vórtex de extinção (Hasenack & Setubal, 2011). Para os mesmos autores, a fragmentação do habitat, favorece também a introdução de espécies exóticas, que se propagam mais facilmente pelo desequilíbrio do ambiente. São chamadas espécies invasoras as que conseguem se estabelecer, manter suas populações e ampliar sua distribuição naturalmente nestes novos locais. A biodiversidade local sofre grandes perdas com a expansão das espécies exóticas, pois essas acabam competindo com as espécies nativas, que acabam desfavorecidas pela modificação do ambiente, e por isso não conseguem voltar a se estabelecer (Hasenack & Setubal 2011). Em Porto Alegre, estes processos estão associados principalmente ao crescimento urbano e secundariamente ao uso agrícola, ambos ocorrendo sem planejamento adequado.

A silvicultura é outra grande responsável pela expansão das espécies exóticas. Para Portz et al. (2011), os problemas com a silvicultura podem incluir alterações em processos ecológicos, ciclagem de nutrientes, distribuição de biomassa, acúmulo de serrapilheira, e ainda a mudança severa na fitofisionomia do ambiente.

1.2 O NOVO CODIGO FLORESTAL (BRASIL, 2012)

A Resolução CONAMA nº303/2002 define morro como “elevação do terreno com conta do topo em relação a base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade”.

Segundo Cavalli (2012), de acordo Código Florestal de 1965 e Resolução CONAMA nº303/2002, Porto Alegre teria 1.117,36 ha de Área de Preservação Permanente (APP) de topo de morro o que correspondia a 2,35% do município. Pelo novo Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) não existem mais áreas de APPs de Topo de Morro no município em função de alterações quanto a definição de “morro” e do critério de declividade, o qual passa a considerar “declividade média superior a 25°”, ao invés de “declividade máxima de 17° na linha de maior declive” do Código de 1965.



Fonte: Cavalli (2012).

Figura 1. Áreas de Preservação Permanente de Topo de Morro do município de Porto Alegre de acordo com os critérios definidos no Código Florestal de 1965 e Resolução CONAMA nº303/2002.

1.3 ÁREA DE ESTUDO

1.3.1 Geomorfologia e ocupação dos morros

Para Moura (2011) As florestas, que são formações mais recentes, são caracterizadas pela mistura de espécies tropicais com dois centros de origem ou rotas migratórias: A mata Atlântica e a Mata do Alto Uruguai, sendo classificadas como Floresta Estacional Semidecidual.

Os 44 morros existentes nas zonas sul e leste da cidade apresentam contornos arredondados e matacões aflorantes, (RAMBO, 1954). Eles encontram-se isolados na zona sul, formando elevações dispersas nas áreas da planície. Já da região central da cidade estão agrupados e são chamados de Cristas, como a Crista da Matriz, Crista de Porto Alegre e Crista Primavera.

A geomorfologia pode explicar em muitos casos a existência das cidades e/ou à direção de ocupação delas. Fatores como a altitude e drenagem muitas vezes determinam a preferência por certa localidade, sendo que locais planos e secos tendem a ser mais visados, em detrimento dos íngremes e úmidos. Porto Alegre, segundo Andrade et al. (2011) não foi diferente, pois um dos fatores que condicionou a ocupação foi o relevo.

Andrade et al. (2011) afirmam que as primeiras áreas construídas foram as próximas ao Lago Guaíba, por questões de visibilidade, já que na época ajudavam proporcionar maior segurança. Primeiramente a porção que se estende do Gasômetro em direção ao viaduto da Av. Duque de Caxias foi habitada, pois esse local era sujeito a menos inundações e os solos possuíam características adequadas para a construção civil. No entanto, a valorização imobiliária próxima dessas áreas em seguida resultou no aterramento das várzeas úmidas e até de porções do Guaíba. Assim, a partir do centro a cidade foi se expandindo sobre as áreas bem drenadas. A expansão para a zona sul foi mais lenta em relação à zona norte, já que a primeira está localizada na Crista de Porto Alegre, o que fez desses ambientes os mais conservados da cidade.

Pouco a pouco, a urbanização foi se alastrando e as áreas não mais próprias para a construção foram sendo ocupadas, até mesmo os dois terços superiores áreas dos morros, apesar da legislação restritiva na época, o que podemos ver nas áreas mais populosas do município. Ainda assim, os dos morros ainda de modo geral são pouco ocupados. Porém com frequência apre-

sentam cicatrizes de mineração que expõe a rocha e o solo a superfície. Nesses locais seriam encontradas as áreas de campo. Para Moura (2011), essas superfícies são planas são criadas por remanejamento dos materiais superficiais, limitados ou não por degraus de cortes e por rampas de aterros.

1.3.2 Clima

Livi (1998) descreveu o clima de Porto Alegre, segundo a classificação de Koeppen, corresponde ao subtipo Cfa que apresenta temperaturas médias compreendidas entre -3°C e 18°C para o mês mais frio e superiores a 22°C para o mês mais quente, com a precipitação bem distribuída durante o ano (sem período seco). A temperatura média anual de Porto Alegre é de $19,5^{\circ}\text{C}$ e a precipitação média anual chega a cerca de 1300 mm. No verão as chuvas tendem a ser mais intensas, de curta duração e com distribuição irregular no território. No inverno, quando as frentes frias e mais frequentes, as chuvas tendem a ser mais prolongadas e menos intensas.

1.3.3 Vegetação dos morros de Porto Alegre

Os morros de Porto Alegre, segundo Setubal & Boldrini (2011), fazem parte do bioma Pampa, que no Brasil, encontra-se na metade sul do Rio Grande do Sul, e estende-se sobre os territórios do Uruguai, Argentina e Paraguai. A vegetação do bioma Pampa, de modo geral é caracterizada pela dominância de campos. A metade norte do Rio Grande do Sul é denominada de Zona dos Campos de Altitude ou Campos de Cima da Serra, que constituem parte dos campos associados com o bioma Mata Atlântica.

A fitofisionomia dos morros de Porto Alegre é constituída de mosaicos de campo e florestas, que podem ser inicialmente distinguidos pela coloração, onde a porção verde amarelada corresponde ao campo e a porção verde mais escuro, a floresta. O porte da vegetação também é outra característica distintiva, sendo que o campo possui vegetação herbácea a arbustiva e a floresta possui árvores, em sua maioria. A delimitação dos dois tipos de vegetação já foi

muitas vezes buscada por pesquisadores desde o século XIX, como August de Saint-Hilaire (1820-1821) e padre Rambo, no século XX, que se dedicou ao conhecimento da flora regional.

O encadeamento das diferentes feições do relevo ao longo de um perfil, desde seu ponto mais alto até as cotas da base, constitui um gradiente ambiental, neste caso chamado de gradiente altitudinal (Setubal & Boldrini, 2011). Segundo os mesmos autores, em Porto Alegre esse gradiente geralmente apresenta vegetação de maior porte na base dos morros, e à medida que se avança pelas encostas o porte vai reduzindo até chegar ao topo onde predominam os campos (Figura 2). Porém, existem outros fatores que funcionam como filtros, condicionado a vegetação dos morros, como profundidade dos solos e sua composição, umidade, drenagem, relevo, temperatura, sendo a interação entre tais fatores responsável por produzir as diferenças em cada local.

Para Setubal & Boldrini (2011) o relevo, por exemplo, pode exibir formas convexas, encontradas nos topos dos morros, distribuindo a água lateralmente, condicionando a presença de uma vegetação que tolera a falta de água. Da mesma forma, ocorrem formas côncavas que acumulam água nos terraços e canais de drenagem, mantendo uma vegetação adaptada a essa condição. A umidade é um fator que em excesso indisponibiliza os nutrientes e reduz as trocas gasosas. No topo, pela sua escassez, as plantas apresentam estruturas adaptativas que permitem sua sobrevivência, como estruturas subterrâneas lenhosas na forma de raízes, rizomas, ou xilopódios engrossados com nutrientes de reserva (Setubal & Boldrini, 2011). Muitas dessas adaptações também ajudam a rebrota, no caso dos campos após o fogo.

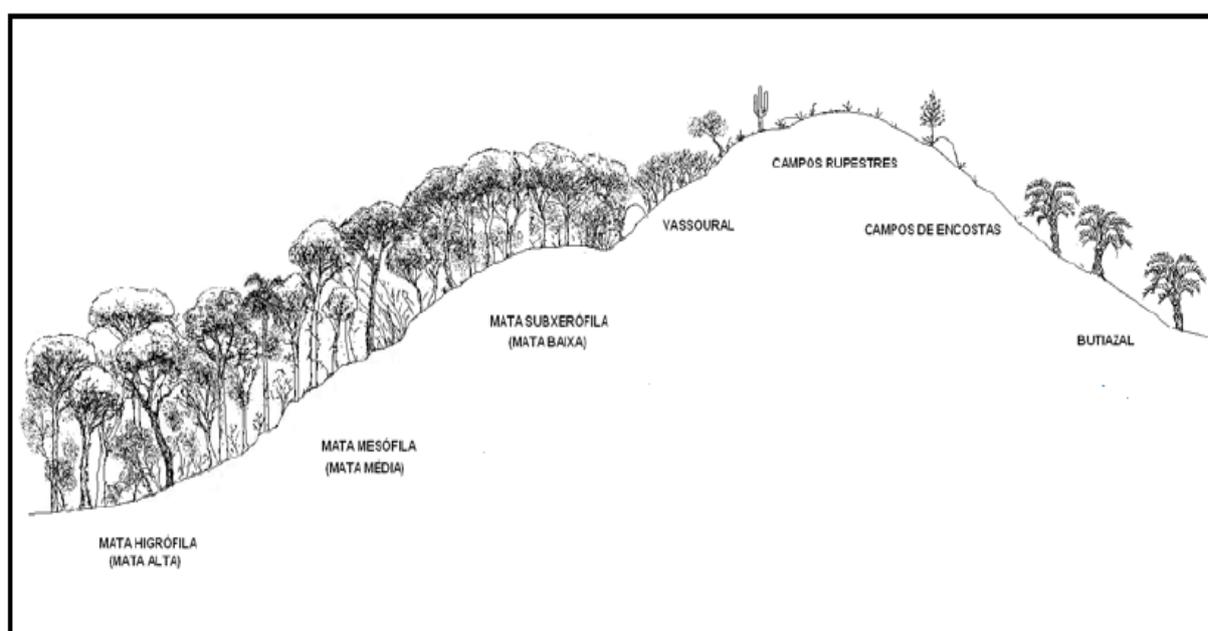


Figura 2. Gradiente de vegetação natural presente nos morros de Porto Alegre (Hasenack et al., 2008).

1.3.4 Florestas

As florestas, que são formações mais recentes, são caracterizadas pela mistura de espécies tropicais com dois centros de origem ou rotas migratórias: A mata Atlântica e a Mata do Alto Uruguai, sendo classificadas como Floresta Estacional Semidecidual. De acordo com Brack (1998) as matas dos morros do Rio Grande do Sul se classificam em: Matas Higrófilas, Matas Mesófilas, Matas Subxerófilas, Butiazais, Vegetação de Transição, Capoeiras, Vassourais, Maricazais e Sarandizais, descritos a seguir:

1.3.4.1 Matas Higrófilas

Rambo (1956) descreveu esse tipo de comunidade florestal que ocorre nos fundos de vale e encostas sul dos morros, como comunidades relictuais que algumas vezes sofrem forte influência da Floresta Pluvial Tropical Atlântica (Floresta Ombrófila densa), também chamada de “Floresta Pluvial Subtropical”. São adaptadas a condições de maior umidade e a solos mais profundos, com capacidade de armazenamento de água. Brack et al. (1998) considerou que a vegetação é de grande porte e maior riqueza florística em relação às demais comunidades florestais. Atingem de 12 a 20 m de altura e é composta de três a quatro estratos arbóreos. Possuem como exemplos do estrato mais alto o tanheiro (*Alchornea triplinervia*), a canela ferrugem (*Nectandra oppositifolia*). No estrato médio temos a uvá-de-facho (*Hirtella hebeclada*), o ingá-feijão (*Inga semialata*) e no estrato inferior ocorrem a laranjeira do mato (*Gymnanthes concolor*) e o chincho (*Sorocea bonplandii*).

1.3.4.2 Matas Mesófilas, ou Mesohigrófilas

Ocupam a porção média ou baixa dos morros, ou em terrenos mais ou menos planos onde as condições ambientais não são extremas. Seus elementos florestais não apresentam

grande seletividade e tem ampla distribuição no Estado, estando presentes ainda na maior parte das matas secundárias do município. É composta por uma por uma vegetação de floresta que tem de dois a três estratos arbóreos de 10 a 15 metros. Encontra-se no estrato superior a ocorrência da maria-mole (*Guapira opposita*) e o cambota-vermelho (*Cupania vernalis*), já no médio e inferior pode-se notar a presença do leiteirinho (*Sebastiania brasiliensis*), a pitangueira (*Eugenia uniflora*), e o cocão (*Erythroxylum argentinum*).

1.3.4.3 Matas Subxerófilas

A mata subxerófita apresenta composição florística similar á dos capões das regiões mais secas do Escudo Cristalino e Oeste do estado, sendo esta flora proveniente da região chaquenha e pampeana do Paraguai e Argentina, bem como das matas psamófilas da porção sul da Planície Costeira. As matas baixas ou capões encontrados nos topos ou encostas superiores dos morros apresentam fatores ambientais fortemente opostos ás condições encontradas nas matas altas dos fundos de vales. O solo é muitas vezes raso (litossolo), ocorrendo frequentemente afloramentos graníticos (matacões), sendo sua textura grosseira, com feições próprias de solos com baixa retenção hídrica. Com respeito ao mesoclima, estes locais de topo de morro estão sujeitos a uma maior exposição solar e a ventos mais intensos. Altura média de 6 a 12 m. e a estratificação é mais simplificada com a presença de 2 a 3 andares arbóreos. No estrato médio e superior são encontradas a Aroeira brava (*Lithrea brasiliensis*), e o Branquilha (*Sebastiania commersoniana*). No inferior Camboim (*Myrctaria cuspidata*) e a Embira (*Daphnopsis racemosa*). No estrato arbustivo encontra-se poucas espécies como o assa peixe (*Trixis praestans*) e o carrapicho (*Triumfetta semitriloba*).

1.3.4.4 Butiazal

Para Brack (1998) esta formação está quase extinta de Porto Alegre, sendo talvez a mais ameaçada do município. Concomitante ao butiazal é comum o chamado campo sujo (campo misto) com elementos herbáceos e arbustivos. Os butiazais são formações savanóides onde a cobertura predominante é o campo com uma maior ou menor densidade de butiá (*Butia capitata*), este atingindo entre cinco e 9 metros de altura.

1.3.4.5 Vegetação de Transição

São vegetações arbóreo-arbustiva que participam da dinâmica sucessional de campo para floresta, oferecendo abrigo do sol a árvores pioneiras e secundárias, para que elas possam se estabelecer sobre o campo. São comunidades menos estáveis, que podem ser eliminadas facilmente pelo fogo, que conseqüentemente eliminaria as vegetações florestais também.

1.3.4.6 Capoeiras

A capoeira é uma comunidade arbusto-arbórea que ocorre em locais originalmente florestais, desmatados e posteriormente abandonados, com altura entre 2 e 6 m. A fase sucessional, varia conforme a proximidade com o fragmento florestal (Brack,1998).São exemplos dessa formação o Fumo Bravo (*Solanum mauritianum*), e a Grandiúva (*Trema micrantha*).

1.3.4.7 Vassourais

O vassoural possui menor riqueza específica do que a capoeira, podendo apresentar certa homogeneidade fisionômica determinada pela presença de arbustos chamados popularmente de “vassouras”, com altura entre 1 a 4 m. Nessas áreas encontram-se o Alecrim-brabo (*Heterothalamus psiadioides*), e a Carqueja (*Baccharis trimera*).

1.3.4.8 Maricazais

O maricazal é uma vegetação que ocorre em planícies úmidas, principalmente nas zonas norte (Bacia do rio Gravataí) e sudoeste (próximo às margens do lago Guaíba), e rios tributários. Localiza-se em uma faixa interna ao juncal e externa a mata ripária.

1.3.4.9 Sarandizal

É uma formação arbustiva anfíbia, de 2 a 3 m de altura, encontrada muitas vezes nas margens do lago Guaíba e rios tributários. Localiza-se em uma faixa interna ao juncal e externa a mata ripária. O Sarandi Vermelho (*Phyllanthus sellowianus*) é típico da formação.

1.3.5 Campos dos Morros

As áreas campestres ocupam os dois terços superiores dos morros, local onde há a possibilidade de uso do solo de mínimo impacto. Os campos não são originados do corte de florestas, nem são resultantes da degradação ambiental. Pela combinação de fatores já descritos, principalmente os relacionados com temperatura, umidade é que eles são encontrados. Overbeck et al. (2011) afirma que apesar de haver defensores da exclusão da ação antrópica, a verdade é que se não houvesse interferência humana a vegetação de boa parte dos campos dos morros estaria em risco de extinção. Para a manutenção dos campos é necessário manejo que pode incluir pastejo com bovinos, equinos, ovinos, queimadas controladas e roçadas. As queimadas impedem a expansão das florestas, uma vez que promovem a destruição da biomassa aérea das plantas, favorecendo a sobrevivência da vegetação campestre, que tem adaptações e logo rebrota, ao contrário das espécies florestais pioneiras.

1.3.5.1 Campos Secos

Para Bernal & Boldrini (2011) as comunidades de campos secos tem mais capacidade de retenção de água, pois estão situadas em áreas de solo mais profundas. A vegetação nestas áreas apresenta maior porte, sendo caracterizada por espécies de gramíneas entouceiradas, que tendem a exercer uma forte dominância competitiva com as espécies de menor porte que ocorrem entremeadas á matriz da vegetação. Se houver a passagem do fogo esta dominância é novamente controlada, permitindo que uma complexa dinâmica sucessional de espécies culmine novamente no domínio das mesmas espécies entouceiradas de grande porte.



Figura 3. Campo seco- FONTE: Marco Verdade (2006).

1.3.5.2 Campos Rupestres

São típicos de topos de morros e terrenos ondulados de Porto Alegre. A maior declividade e o predomínio de afloramentos rochosos condicionam a ocorrência de solos rasos, consequentemente com menor retenção de água e temperatura mais alta. Recebem uma maior quantidade de luz e água, apesar do grande escoamento. São também protegidos do fogo pelas rochas, e por conter uma quantidade menor de material inflamável. Ao contrário das florestas que teriam maior quantidade de espécies com uma maior quantidade de água, o campo rupestre, em especial, é o hábitat campestre que possui a maior parte das espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção registradas segundo o levantamento de Setubal (2006).



Figura 4. Campo Rupestre-FONTE: Setubal (2006).

1.3.5.3 Campo úmido

Ocorrem em topos, encostas e canais de drenagem, em locais suavemente côncavos a planos, sobre solos imperfeitamente drenados, ocorrendo períodos de alagamento durante o ano. Habitam áreas de solos rasos a profundos segundo Setubal & Boldrini (2011).

1.3.5.4 Banhado

Áreas de banhado, de acordo com Setubal & Boldrini (2011), ocorrem em baixadas de relevo plano, sobre solos mal drenados, encharcados a maior parte do ano. Os solos onde se encontram são rasos a profundos, sendo o mais úmido de todos os tipos de campos. Com frequência ocorre a briófito *Sphagnum sp.* que é característica de banhados no Rio Grande do Sul.

1.3.6 A diversidade dos Campos

De acordo Setubal & Boldrini (2011) com os campos são formados por um grande número de espécies. Apesar da fitofisionomia homogênea, os campos de Porto Alegre apresentam uma elevada riqueza de espécies e diversidade. Os inventários contínuos realizados em 2005 por Grings e colaboradores no morro São Pedro apontaram a ocorrência de cerca de 400 espécies de angiospermas florestais. Ainda que não exista um dado conclusivo sobre o número de espécies florestais, quando esse é comparado com a quantidade de espécies campestres nesta área, os campos dos morros de Porto Alegre apresentariam cerca de duas vezes mais espécies que as florestas.

Porto Alegre está localizada no paralelo 30°S, ponto de transição entre os ecossistemas característicos de regiões subtropicais e temperadas, possibilitando a presença de espécies representantes de diferentes regiões fitogeográficas da América do Sul, como o Cerrado brasileiro que tem expressão mais significativa, o Pampa rio-grandense, o Chaco Argentino-paraguaio, os Andes e a Patagônia, segundo Setubal & Boldrini (2011).

2 OBJETIVO

Analisar as transformações na paisagem natural dos morros de Porto Alegre, quantificando as mudanças que ocorreram entre os anos de 1991 e 2002.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DIGITALIZAÇÃO DOS MAPAS

Os dados dos mapas de Güntzel et al. (1994), divididos em dez folhas impressas na escala de 1:40.000, tiveram sua construção partir da Carta da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército de 1977, do Mapa de Bacias Hidrográficas de Porto Alegre de 1992 (Secretaria de Planejamento Municipal - Prefeitura de Porto Alegre) e das fotografias aéreas de 1990 a 1991 da METROPLAN. Cada página de mapa foi digitalizada com resolução de 300 dpi e posteriormente convertidas de 24 bits para oito bits com o auxílio do programa Corel Photo Paint.

3.2 GEORREFERENCIAMENTO

Os arquivos resultantes da digitalização foram georreferenciados, para que pudessem servir de base à geração de um único mapa dos morros de Porto Alegre (fig.5). O georreferenciamento foi realizado com o software Idrisi Selva (Clark Labs), tendo como sistema de referência coordenadas planas UTM do fuso 22 e datum Córrego Alegre, conforme a referência original de Güntzel et al. (1994). Esse processo envolve a seleção de pares de coordenadas respectivamente no arquivo original escaneado e a coordenada correspondente desse mesmo ponto no sistema de referência escolhido (Figura 5). Foram tomados todos os cruzamentos da rede de coordenadas UTM presentes no morro correspondente e seu entorno, o que variou de arquivo para arquivo em função da área de morros em cada arquivo. Foram georreferenciados dez arquivos, os quais apresentaram um erro RMS (Root Mean Square Error – erro médio quadrático)

que oscilou entre 0,9 m e 7,0 m, com valor médio de 3,75 m. Concluída essa etapa, os dados preparados para a vetorização.

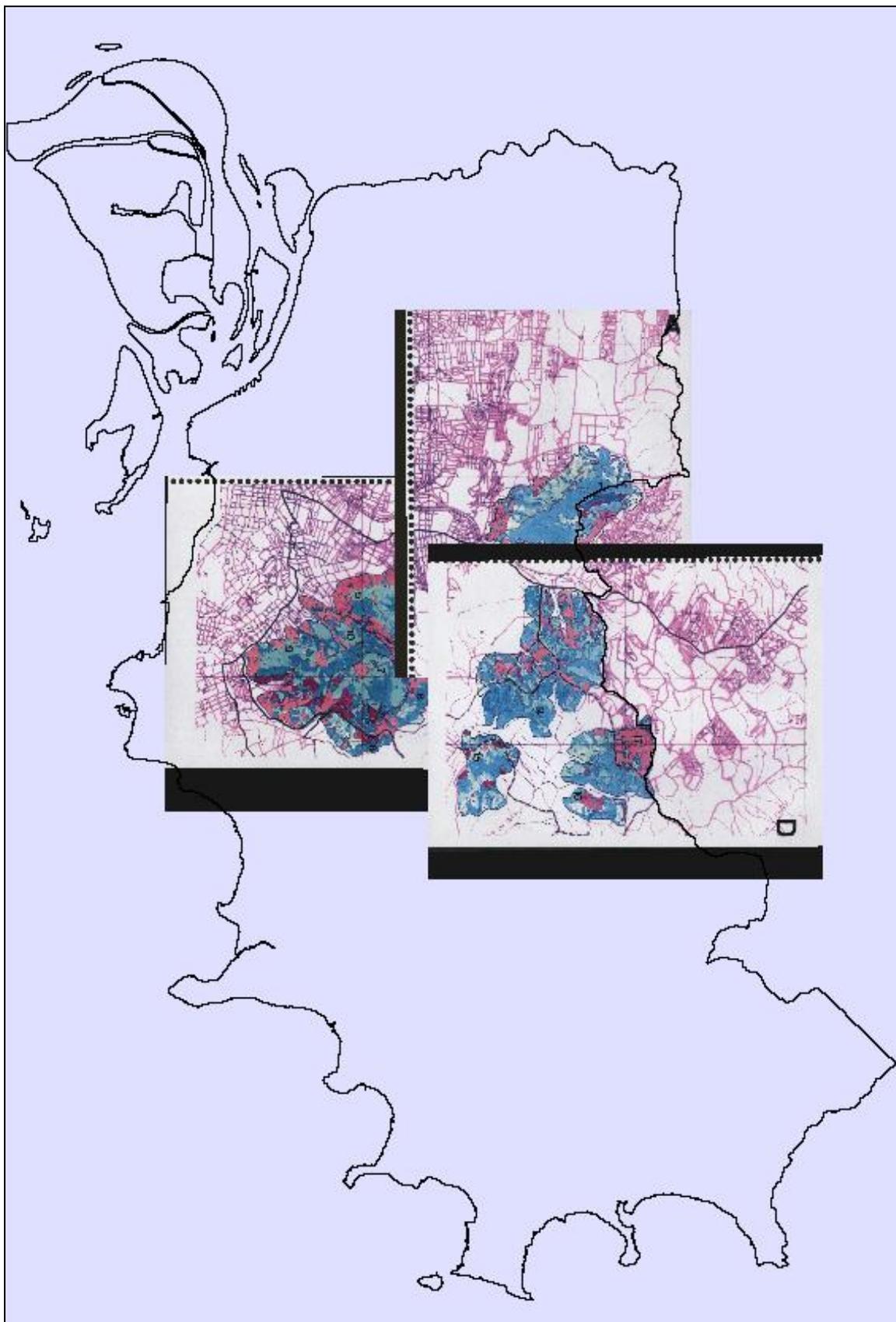


Figura 5. Amostra de imagens georreferenciadas no programa Idrisi Selva, mostrando a sobreposição dos mapas isolados na sua posição geográfica correspondente. A linha sob os mapas corresponde ao limite do município de Porto Alegre.

3.3 VETORIZAÇÃO E EDIÇÃO DOS POLÍGONOS

Após a etapa do georreferenciamento, os arquivos foram transferidos para o programa Cartalinx (Clark Labs), para vetorização. Definiu-se uma escala entre 1: 4.000 e 1: 5.000 de vetorização em tela, cerca de 10x a escala original, o que permite uma vetorização de melhor qualidade, economizando tempo de edição. Na primeira etapa gerou-se as linhas de contorno dos 44 morros. Além do contorno externo, foram obtidas também os limites internos que simbolizam as áreas ocupadas pelas diferentes categorias de uso do solo em cada morro, por meio de diferentes colorações. A cada coloração foi atribuído um valor para posterior confecção da legenda em categorias de acordo com a numeração e a interpretação do estudo de Güntzel et al. (1994).

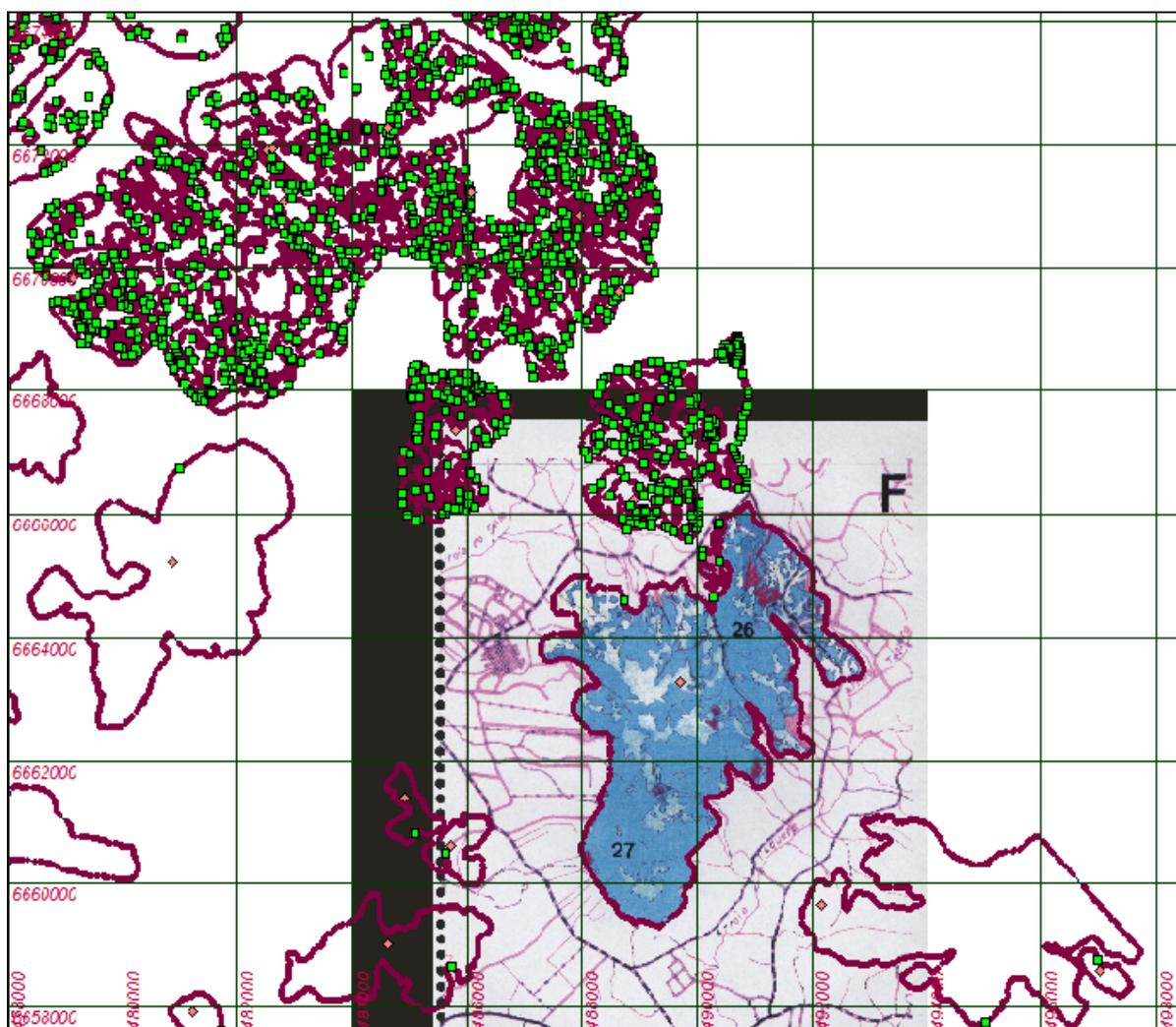


Figura 6. Processo de vetorização dos polígonos referentes aos limites de cada um dos morros. A vetorização é realizada em um único arquivo, alternando-se os mapas de Güntzel et.al (1994) referenciados.

Durante a edição dos polígonos, especialmente os limites internos (figura 6), foi necessária uma verificação minuciosa da vetorização, pois ocorreu erro na geração automática dos polígonos. Houve necessidade de revisão minuciosa de todos eles, editando-se as linhas que se interceptavam sem o correspondente nó.

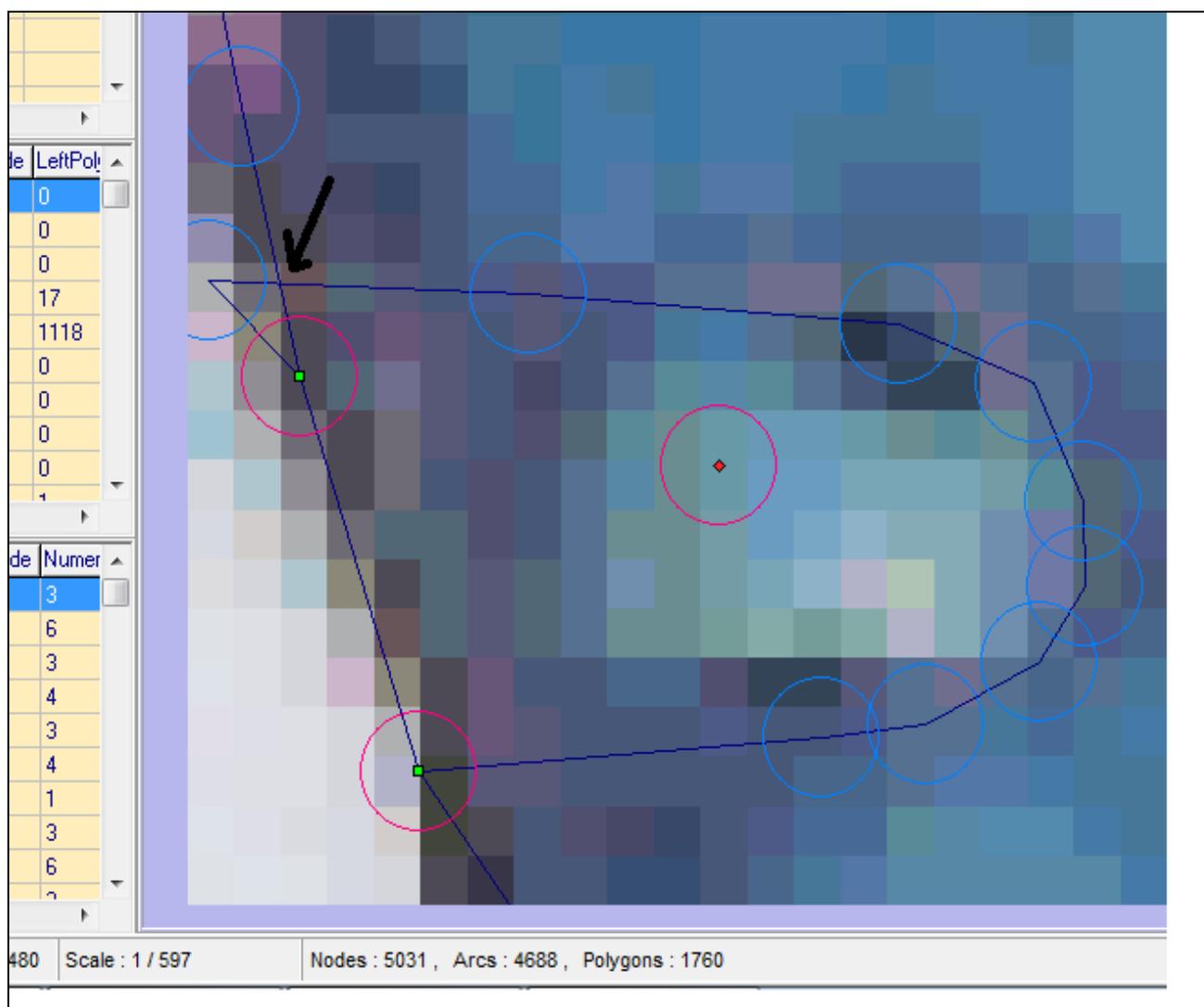


Figura 7. Polígono interno de um dos morros exibindo um cruzamento de vértices com a formação de uma área indesejada entre as linhas. No círculo abaixo está a demonstração correta do fechamento do arco.

3.4 UNIFICAÇÃO DA LEGENDA

Para possibilitar a comparação entre o uso do solo das duas datas (1991 e 2002), houve necessidade de harmonizar as legendas de ambos os mapas. Tendo em vista serem as classes de uso do solo de Güntzel et al. (1994) mais genéricas, foi elaborado um quadro de reclassificação das categorias utilizadas por Hasenack et al. (2008) na qual a cada categoria do mapa de 2002 foi atribuída a classe mais adequada da classificação adotada no mapa de 1991. A única categoria adicionada foi "Água", não presente em 1994 (Quadro 1). Os agrupamentos de categorias resultantes dessa análise com seus respectivos códigos, nomes e temas finais são:

- 1-Área urbanizada (rosa)
- 2-Pedreira (vermelho)
- 3-Campo (verde amarelado)
- 4-Mata Nativa (verde bandeira)
- 5-Floresta Cultivada (verde escuro)
- 6-Pomares e Hortas (roxo)
- 7-Solo descoberto (marrom)
- 8-Água (azul)

“Área Urbanizada” foi considerada equivalente a todas as categorias descritas como área edificada do mapa de Hasenack et al. (2002), inclusive as edificações rurais. Essas áreas compreendiam também casas, comércios, edifícios, tanto de modo contínuo quanto esparso. Foram inclusas também as áreas de bosque que é a formação arbórea do tipo parque caracterizada por um dossel contínuo com estratos inferiores descaracterizados ou ausentes. Em suma, apesar de apresentar vegetação pertence a essa classe por tratar-se de parques e praças, destinadas ao lazer nas áreas urbanas.

A categoria “Pedreira” representou áreas com rocha exposta.

A classe “Mata Nativa” representou as formações compostas por espécies florestais nativas. Também inclui matas em estágio sucecional avançado com presença de espécies exóticas (pínus, eucalipto, acácia, etc.) e as áreas de transição que predominam espécies arbóreas e arbustivas, conhecidas como vassoural ou capoeira. Além disso, pertence a essa categoria a mata degradada, pois possui as mesmas espécies nativas que estão em estado de

degradação. Entre os fatores que causaram essa degradação podemos encontrar trilhas, voçorocas, desmatamentos, depósitos de rejeitos e outros.

A categoria “Campo” constitui uma formação herbácea composta principalmente por gramíneas. Pode conter elementos arbustivos característicos do estágio inicial de sucessão, situação esta também conhecida como campo sujo. O campo manejado também foi agrupado a classe, que constitui uma formação herbácea submetida a pastejo ou a cortes periódicos, constituindo uma cobertura vegetal bastante homogênea. É típica de áreas de criação de gado, lavouras de arroz, áreas de lazer e gramados urbanos. Quando submetidos a alta pressão antrópica, ocorre redução do número de espécies e da densidade de cobertura, constituindo uma cobertura vegetal descontínua e pouco densa. As outras formações incluídas foram os campos de várzea e os campos rupestres, banhado e campos degradados.

“Pomares e Hortas” representam locais de cultivo permanente de espécies perenes, especialmente pomares ou de cultivo temporário de espécies anuais (milho, arroz, por exemplo) ou olerícolas.

“Floresta Cultivada” refere-se aos locais de cultivo de lenhosas exóticas (pínus, eucalipto, acácia) onde foi possível visualizar mais claramente a delimitação desses locais de silvicultura.

Considerou-se como “Solo Descoberto” as áreas antropizadas, com solo sem cobertura vegetal (aterros, obras de terraplanagem, mineração, etc).

A categoria “Água” inclui diversos corpos d’água com largura significativa na escala de mapeamento (arroyos açudes, barragens, etc.).

Quadro 1. Demonstração dos códigos e categorias da classificação de Hasenack et al. (2008) que foram considerados correspondentes aos de Güntzel et al. (1994).

Classificação de 2008		Classificação de 2004	
Código	Categoria	Código correspondente	Categoria correspondente
1000	NÃO EDIFICADO		
1100	Água	8	Água
1200	ARBÓREO		
1210	Nativo	4	Mata Nativa
1220	Nativo com Exóticas	4	Mata Nativa
1230	Bosque	1	Área Urbanizada
1240	Degradado	4	Mata Nativa
1300	ARBUSTIVO		
1310	Transição Mata	4	Mata Nativa
1320	Transição Campo	3	Campo
1400	HERBÁCEO		
1410	Banhado	3	Campo
1421	Nativo	3	Campo
1422	Rupestre	3	Campo
1423	Manejado	3	Campo
1424	Degradado	3	Campo
1500	CULTIVOS		
1510	Silvicultura	5	Floresta Cultivada
1520	Lavoura Perene	6	Pomares e Hortas
1530	Lavoura Sazonal	6	Pomares e Hortas
1600	SEM VEGETAÇÃO		
1610	Afloramento Rochoso	2	Pedreira
1620	Solo Exposto	7	Solo descoberto
2000	EDIFICADO		
2100	(comercial, industrial, serviços).		
2110	Urbano	1	Área Urbanizada
2120	Rural	1	Área Urbanizada
2200	RESIDENCIAL		
2210	(Edifícios)		
2211	Tradicional	1	Área Urbanizada
2212	Condomínio	1	Área Urbanizada
2220	Edifícios e Casas	1	Área Urbanizada
2230	(Casas)		
2231	Orgânico contínuo	1	Área Urbanizada
2232	Orgânico esparso	1	Área Urbanizada
2233	Tradicional Contínuo	1	Área Urbanizada
2234	Tradicional Esparso	1	Área Urbanizada
2235	Terrenos Grandes	1	Área Urbanizada
2236	Condomínio	1	Área Urbanizada
2237	Rural	1	Área Urbanizada

3.5 Visualização do mapa

Após a poligonização do mapa de Güntzel et al.(1994) no Cartalinx (Clark Labs) e a definição das categorias, prosseguiu-se com a exportação da edição para outro software, o ArcView 3.2 que permitiu a exibição das áreas com as colorações finais escolhidas. Para facilitar as análises parciais, alterou-se o sistema de referência para o sistema geodésico SAD 69 (South American Datum 1969), de forma a corresponder com o mapa de vegetação e ocupação do solo do diagnóstico ambiental de Porto Alegre (Hasenack et al., 2008).

3.6 Cálculo das áreas

Para o cálculo das áreas ocupadas por cada classe em cada uma das datas avaliadas, os ambos os mapas foram rasterizados. A janela de mapa corresponde ao município de Porto Alegre e a resolução espacial adotada foi de 5m, onde cada unidade do mapa (pixel) possui uma área de 25m². Esse procedimento foi realizado no software Idrisi Selva (Clark Labs). Como no trabalho de Güntzel et al. (1994) alguns morros foram mapeados também fora do município, houve necessidade de excluir essas áreas. Para tal utilizou-se uma imagem binária de igual resolução para, numa operação de sobreposição, gerar uma intersecção de ambas, o que resultou numa imagem contendo os morros e sua respectiva classificação apenas no território de Porto Alegre. De outro lado, o trabalho de Hasenack (et al., 2008) contemplou a totalidade do município, tendo sido necessário remover a classificação nesse mapa daquelas áreas não classificadas por Güntzel et al. (1994) de modo que ambos os mapas apresentassem áreas classificadas apenas em Porto Alegre e naqueles locais definidos como morros no trabalho de 1994.

Os 44 morros foram agrupados em vinte e sete (27) regiões geradas pelo programa Idrisi Selva (2012), que individualizou os locais conforme a continuidade desses territórios. (Figura 8).

Na Figura 9 e Figura 10 estão demonstradas as classificações resultantes desse trabalho, para posterior comparação. A extração das classes de uso de cada um dos mapas para cada um dos morros considerados possibilitou o cálculo de área de cada classe de uso do solo. A análise numérica foi realizada no software Excel (Microsoft).

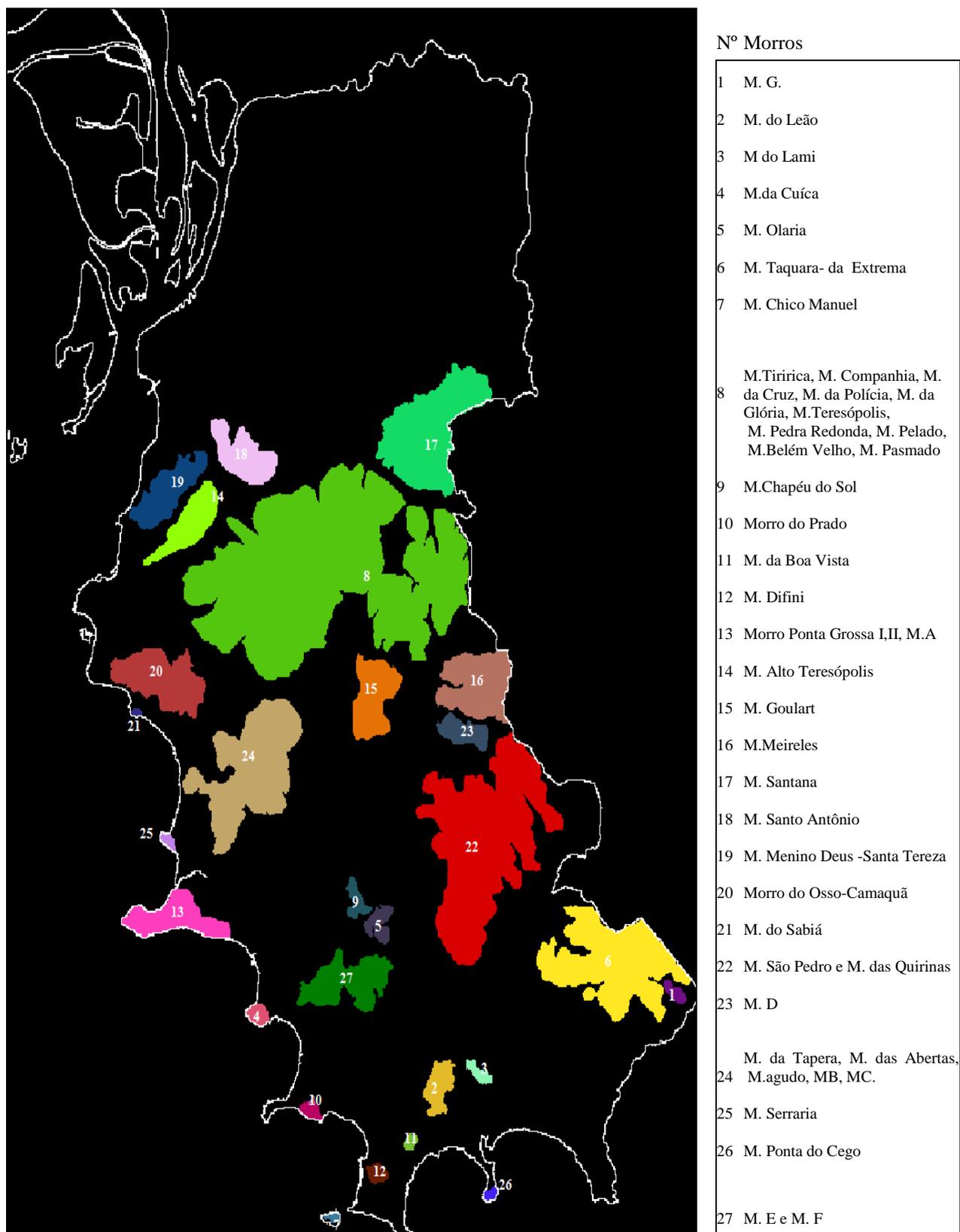


Figura 8. Morros contíguos foram agrupados de modo que no presente trabalho os 44 morros de Güntzel et al. (1994) formam 27 morros ou grupos de morros isolados conforme quadro à direita.

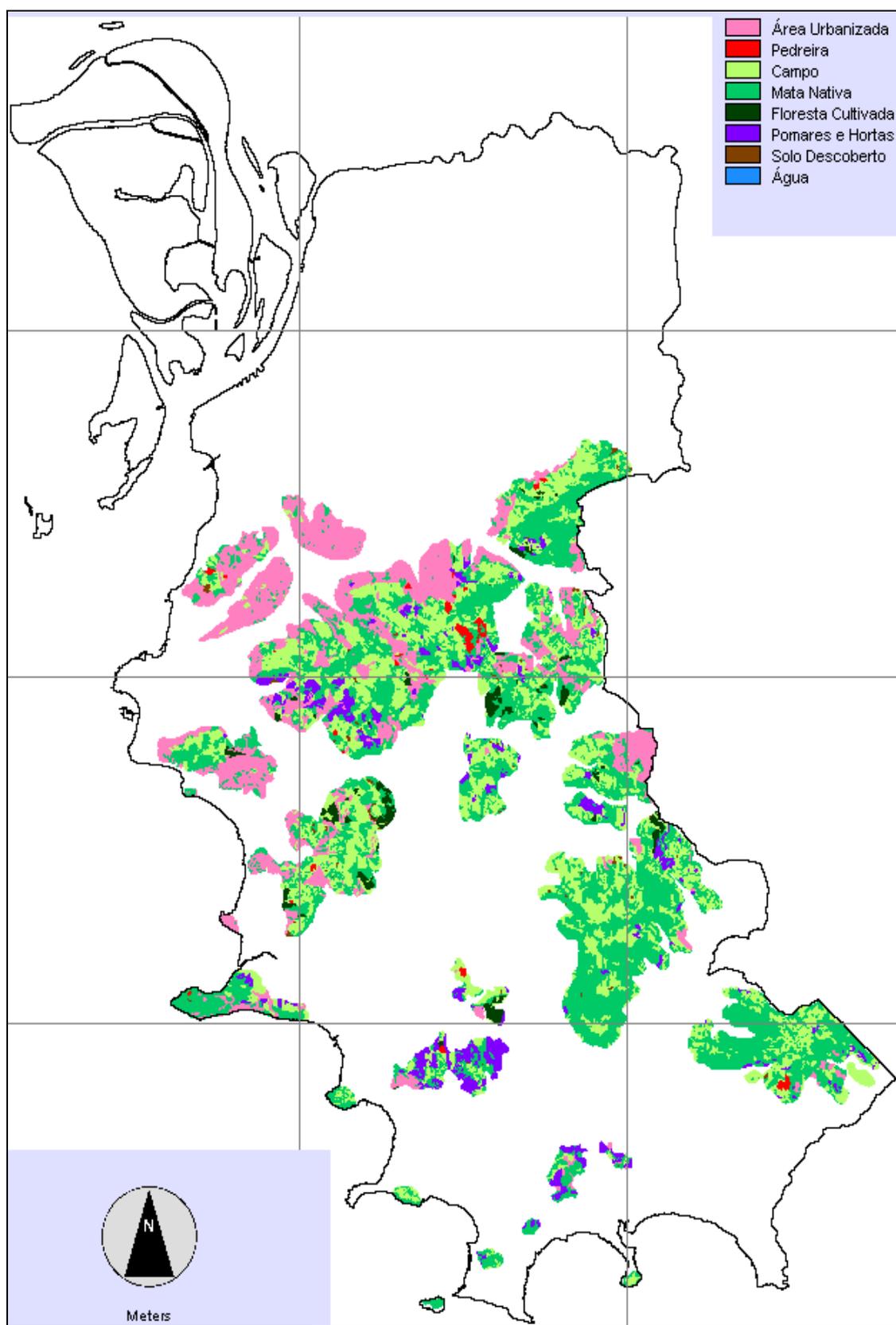


Figura 9. Uso e cobertura dos morros de Porto Alegre (1991).

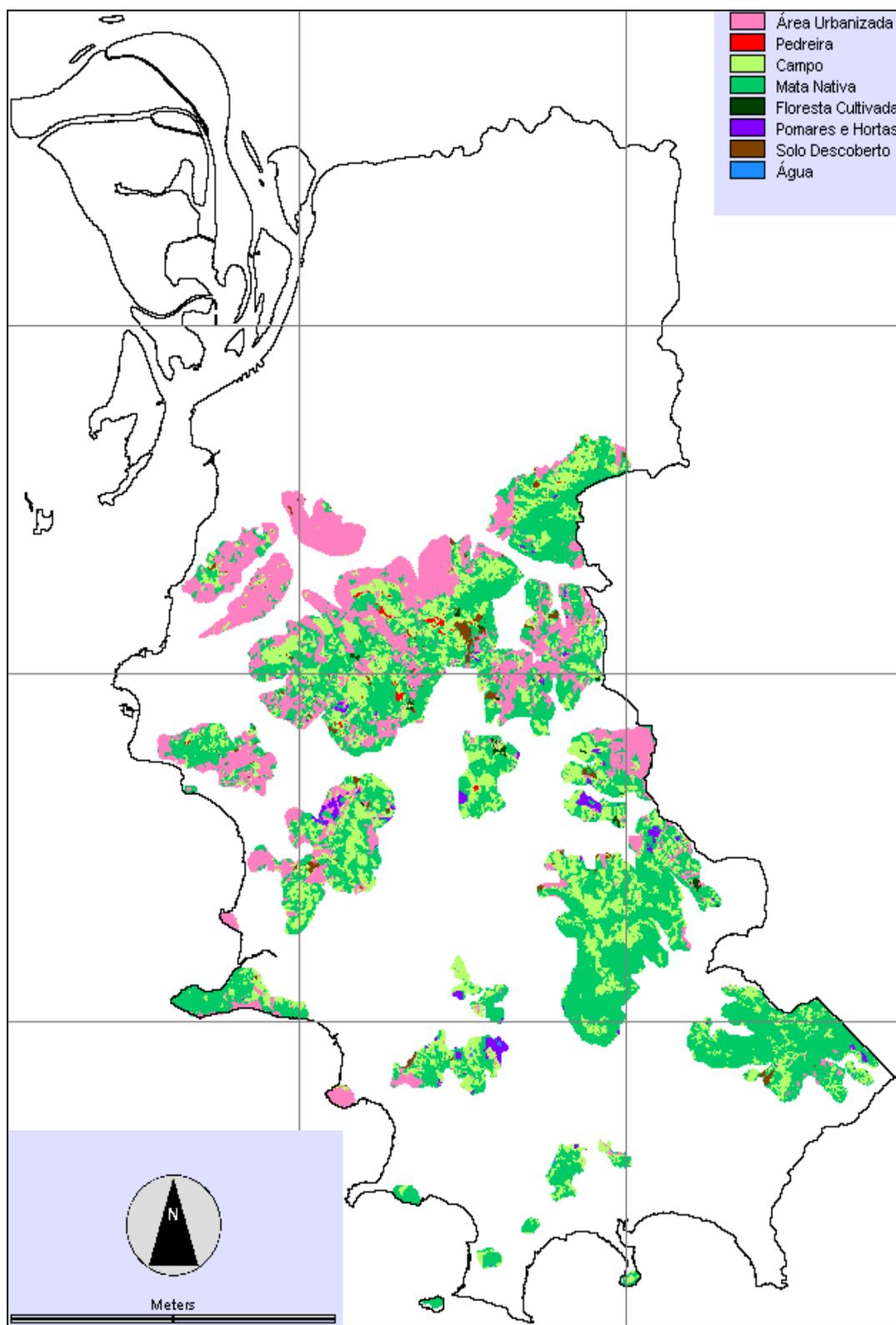


Figura 10. Uso e cobertura dos morros (2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADO TOTAL DOS MORROS

A Tabela 1 mostra os resultados que se referem a variação dos percentuais das diferentes categorias dos morros em 1991 e em 2002.

A categoria área urbanizada teve o valor percentual mais representativo, mostrando um acréscimo 20,34% em relação a área urbanizada já existente em 1991.

A mata nativa teve um aumento de 12,43 % nos morros. A causa desse aumento pode estar associada a diversos fatores. Um deles possivelmente é o abandono da prática de manejo dos campos, que sem interferência, acabam favorecendo a instalação de espécies pioneiras, permitindo a expansão da mata sobre esses locais. Essa hipótese já foi cogitada por Bernal et al. (2011) que considerou também a tendência do crescimento das áreas de mata sobre os campos como uma das consequências das mudanças climáticas a partir do Holoceno, referentes ao aumento da umidade e temperatura. Desta forma, o aquecimento gerado pela cidade pode contribuir ainda mais com tal fato.

Concomitantemente ao aumento da mata nativa é possível perceber nos dados uma redução dos campos. Essa constatação reforça a suspeita de que campos sem manejo sejam sucedidos por florestas (Behling et al., 2009). Outras possibilidades incluem o avanço da urbanização sobre essas áreas. É importante que se faça uma investigação sobre como tem se realizado em geral as análises de licenciamento ambiental para edificações. Poderiam as áreas de campo estar sendo mais facilmente liberadas para construções, uma vez que a remoção de árvores esteja sendo obstaculizada?

Como já foi referido neste trabalho, os campos possuem um número de espécies muito superior comparado à mata nativa nos morros de Porto Alegre. Logo, as perdas de hábitat dos campos resultam em grandes prejuízos ambientais, pois Porto Alegre possui uma grande parte das espécies endêmicas dos campos, sendo vinte e seis (26) delas em risco, segundo a Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçadas de extinção do estado (Rio Grande do Sul, 2003).

Tabela 1. Demonstração das áreas totais e proporcionais ocupadas por cada categoria de uso do solo em 1991 e 2002. Pode-se ver também a variação de cada categoria em relação a ela própria em 1991 quando comparada com 2002.

Código	Categoria	Área 1991 (ha)	Área 2002 (ha)	Variação da área de cada categoria em relação sua área em 1991 (%)	Área 1991 (%)	Área 2002 (%)
1	Área Urbanizada	2.492,55	2.999,49	20,34	20,8	25,0
2	Pedreira	89,48	41,64	-53,47	0,7	0,3
3	Campo	3.456,86	2.938,74	-14,99	28,8	24,5
4	Mata Nativa	5.022,69	5.647,13	12,43	41,9	47,1
5	Floresta Cultivada	252,27	38,86	-84,60	2,1	0,3
6	Pomares e Hortas	630,60	161,42	-74,40	5,3	1,3
7	Solo Descoberto	54,19	153,19	182,70	0,5	1,3
8	Água	0,00	18,17	-	0,0	0,2
Total		1.1998,64	1.1998,64			

Nos dados restantes vemos a redução das classes “Mata Cultivada” e “Pomares e Hortas”. Deve-se, porém destacar que para fins de classificação, as áreas de Silvicultura que puderam ser mais facilmente delimitadas visualmente e que foram consideradas. Pode haver, entretanto, dentro da categoria de “Mata Nativa” espécies exóticas resultantes dessa atividade ou do possível abandono dela.

As áreas de “Pedreira” também sofreram uma grande redução, justificada pelo abandono dessas atividades em alguns morros.

A categoria “Água” não pode ser avaliada na classificação antiga, porque não havia delimitação dessas áreas, nem legenda correspondente. Logo o aparente aumento de 18,17 (ha) refere-se somente a quantificação dessas áreas na classificação de Hasenack et al. (2008), e não ao aumento dessa classe.

4.2 RESULTADOS DE CADA MORRO

As Tabela 2 e Tabela 3 referem-se aos valores das áreas expressos em (ha). Na última coluna têm-se os valores das áreas dos morros individualizados e na última linha estão os resultados da soma de todas as categorias.

A tabela 4 exhibe os valores obtidos pela variação das áreas das categorias (1991-2003) em hectares. Os dados consideram apenas duas casas decimais, pois os dados não tem precisão para maior detalhamento. Outra limitação encontrada na classificação mais antiga ocorreu nos morros 2 e 20 pela dificuldade de interpretação de tons de coloração próximos, já que nesses locais o papel apresentava-se um pouco descolorido, gerando nos resultados uma redução da área urbanizada, o que não reflete a realidade.

Houve o destaque para a urbanização nos morros 8, 22, 24 com aumento de 285,43 ha, 63,94 ha e 39,48 ha respectivamente. No morro da Cuíca houve um aumento percentual de 83,52 em relação a sua área, já que em 1991 a urbanização era praticamente nula.

A maior redução dos campos aconteceu nos morros de número oito (8), reduzindo 261(ha) de área do local. Provavelmente essa redução tenha se dado pela ocupação urbana, pois foi onde ela mais cresceu, considerando os valores em (ha). O morro Taquara/Extrema (6) também teve uma redução de 110, 64 (ha) de campo. Em seguida, constatou-se a perda de 89,18(ha) de campo no morro 22.

O aumento mais representativo de mata nativa se deu nos morros de número 8, pois cresceram 181,34 (ha) de mata no território que possui 3977,42 (ha), seguido do morro seis que teve acréscimo de 132,40 (ha) e do morro 22 com 64,78 (ha).

Já as reduções de área de mata mais relevantes se deram nos morros 16, com perda de 31,72 (ha), no morro 4 que teve redução de 31,25 (ha) e no morro 23 que perdeu 16,66 (ha).

Tabela 2- Uso dos morros 1991 (ha).

Morro	Área Urbanizada	Pedreira	Campo	Mata Nativa	Floresta Cultivada	Pomares e Hortas	Solo Descoberto	Água	Total
1	-	-	32,22	-	-	-	-	-	32,22
2	12,39	-	14,12	59,91	-	39,22	-	-	125,63
3	4,25	-	5,73	9,61	-	17,14	0,39	-	37,12
4	-	-	11,49	31,25	-	-	-	-	42,75
5	7,13	-	23,58	12,42	28,96	5,48	0,70	-	78,27
6	20,52	12,14	304,52	649,57	-	25,60	2,08	-	1014,43
7	-	-	0,06	14,02	-	-	-	-	14,08
8	990,59	53,47	1206,35	1424,07	76,38	211,63	14,95	-	3977,42
9	0,42	4,82	34,90	4,66	-	9,55	0,36	-	54,72
10	-	-	17,09	20,64	-	-	-	-	37,73
11	-	-	-	13,17	-	6,26	-	-	19,43
12	-	-	7,90	26,06	-	2,69	-	-	36,66
13	43,30	1,51	57,39	184,81	-	22,35	0,79	-	310,13
14	231,60	-	12,34	12,75	-	-	-	-	256,69
15	3,03	-	153,27	125,00	-	29,13	2,80	-	313,22
16	140,35	-	125,21	170,45	6,42	3,12	0,09	-	445,65
17	91,29	4,91	274,92	432,15	16,80	15,10	6,18	-	841,35
18	252,65	-	5,12	13,75	-	-	-	-	271,53
19	201,88	5,11	36,99	51,23	-	-	3,94	-	299,15
20	221,76	-	67,79	145,91	10,34	0,84	-	-	446,64
21	2,21	-	-	7,92	-	-	-	-	10,13
22	30,31	-	580,78	1124,77	19,46	46,99	7,97	-	1810,27
23	-	-	38,63	60,35	3,08	26,17	-	-	128,23
24	193,22	3,91	368,44	320,01	88,09	-	13,56	-	987,23
25	19,80	-	-	0,47	-	-	-	-	20,27
26	-	-	7,01	10,98	-	-	-	-	17,99
27	25,84	3,63	71,01	96,75	2,74	169,34	0,40	-	369,70
Total	2.492,55	89,48	3.456,86	5.022,69	252,27	630,60	54,19	0,00	11.998,64

Tabela 3. Uso dos morros 2002 (ha)

Morro	Área Urbanizada	Pedreira	Campo	Mata Nativa	Floresta Cultivada	Pomares e Hortas	Solo Descoberto	Água	Total
1	1,36	-	17,52	12,94	0,11	0,07	0,07	0,17	32,23
2	0,96	-	40,56	81,82	-	1,13	0,26	0,90	125,63
3	4,89	-	15,99	15,89	-	-	-	0,36	37,13
4	35,71	-	6,63		-	-	0,41	-	42,75
5	7,41	-	17,40	51,44	-	1,22	-	0,80	78,26
6	20,84	-	193,88	781,98	-	5,72	9,66	2,36	1014,44
7	-	-	-	14,08	-	-	-	-	14,08
8	1.276,02	35,87	944,96	1.605,41	14,23	19,78	75,13	6,03	3.977,42
9	0,53	-	40,77	7,19	-	5,32	-	0,92	54,72
10	0,09	-	4,20	33,43	-	-	-	-	37,72
11	-	-	4,61	14,81	-	-	0,01	-	19,43
12	-	-	13,01	23,03	-	-	-	0,62	36,66
13	44,41	-	58,58	205,43	-	0,69	1,03	-	310,13
14	232,82	-	12,99	9,52	-	-	1,36	-	256,70
15	9,51	2,09	118,32	163,49	9,33	9,94	0,31	0,25	313,22
16	179,57	-	112,41	138,73	2,63	5,58	6,64	0,09	445,64
17	124,17	1,59-	223,14	477,23	-	3,22	11,37	0,64	841,35
18	263,17	-	1,99	4,29	-	-	2,08	-	271,52
19	205,53	-	33,60	54,72	-	-	5,29	-	299,14
20	204,04	2,10	60,93	174,88	-	0,30	4,39	-	446,63
21	2,31	-	0,01	7,60	-	-	0,21	-	10,13
22	94,25	-	491,60	1189,55	7,34	17,76	9,78	-	1.810,27
23	4,86	-	53,67	43,69	4,20	21,67	0,09	0,05	128,22
24	232,70	-	328,52	370,65	1,04	33,53	19,71	1,08	987,23
25	19,80	-	0,47		-	-	-	-	20,27
26	-	-	5,23	12,76	-	-	-	-	17,99
27	34,54	-	137,74	152,58	-	35,51	5,41	3,92	369,71
Total	2.999,49	41,64	2.938,74	5.647,13	38,86	161,42	153,19	18,17	1.1998,64

Tabela 4. Diferença de área (ha) de uma categoria em 2002 comparada com ela mesma em 1994.

Morro	Área Urbanizada	Pedreira	Campo	Mata Nativa	Floresta Cultivada	Pomares e Hortas	Solo Descoberto	Água
1	1,36	0,00	-14,70	12,94	0,11	0,07	0,07	0,17
2	-11,43	0,00	26,44	21,91	0,00	-38,09	0,26	0,90
3	0,64	0,00	10,26	6,27	0,00	-17,14	-0,39	0,36
4	35,71	0,00	-4,86	-31,25	0,00	0,00	0,41	0,00
5	0,28	0,00	-6,18	39,02	-28,96	-4,26	-0,70	0,80
6	0,32	-12,14	-110,64	132,41	0,00	-19,88	7,58	2,36
7	0,00	0,00	-0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
8	285,43	-17,60	-261,39	181,34	-62,15	-191,85	60,18	6,03
9	0,11	-4,82	5,87	2,53	0,00	-4,23	-0,36	0,92
10	0,09	0,00	-12,89	12,79	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	4,61	1,64	0,00	-6,26	0,01	0,00
12	0,00	0,00	5,11	-3,03	0,00	-2,69	0,00	0,62
13	1,11	-1,51	1,19	20,62	0,00	-21,66	0,24	0,00
14	1,21	0,00	0,66	-3,23	0,00	0,00	1,36	0,00
15	6,48	2,09	-34,96	38,50	9,33	-19,19	-2,49	0,25
16	39,22	0,00	-12,81	-31,72	-3,79	2,46	6,55	0,09
17	32,88	-3,32	-51,78	45,08	-16,80	-11,88	5,19	0,64
18	10,51	0,00	-3,13	-9,46	0,00	0,00	2,08	0,00
19	3,65	-5,11	-3,39	3,49	0,00	0,00	1,35	0,00
20	-17,72	2,10	-6,86	28,97	-10,34	-0,54	4,39	0,00
21	0,10	0,00	0,01	-0,32	0,00	0,00	0,21	0,00
22	63,94	0,00	-89,18	64,78	-12,13	-29,23	1,81	0,00
23	4,86	0,00	15,04	-16,66	1,12	-4,50	0,09	0,05
24	39,48	-3,91	-39,92	50,63	-87,05	33,53	6,15	1,08
25	0,01	0,00	0,47	-0,47	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	-1,77	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00
27	8,70	-3,63	66,74	55,83	-2,74	-133,84	5,02	3,92

5 CONCLUSÕES

O crescimento das áreas urbanizadas pode ser observado em praticamente todos os morros independente do uso do solo anterior.

Pode-se observar uma tendência da expansão da urbanização sobre o campo, em especial próximo de locais que em 1991 já se encontravam urbanizados. Nas áreas menos ocupadas (como no morro da Extrema) a floresta aumentou em detrimento do campo, o que nesse caso pode-se atribuir à ausência de manejo.

Houve redução das áreas de campo entre 1991 e 2002, enquanto as áreas com florestas apresentaram crescimento na maioria dos morros.

As classificações geradas fornecem uma base importante para novos estudos que podem ser feitos, a fim de constatar se os aumentos das áreas de floresta se deram sobre os topos e encostas norte ou pelas encostas sul, verificando a hipótese de que nas encostas sul há mais umidade pela menor insolação, o que pode ter favorecido a expansão da floresta nesses locais.

Estudos posteriores podem ser feitos para verificar se a urbanização está acontecendo mais sobre as áreas de campo do que sobre as áreas de floresta. Uma das razões do crescimento das áreas de floresta pode estar associada a maior dificuldade de licenciamento de uma área com essa cobertura para qualquer tipo de atividade. Teria o campo a mesma restrição? Aparentemente não...

Dada a dinâmica acelerada do uso do solo, seria desejável ter-se uma classificação atualizada que contemplasse as mesmas categorias do mapa de 2002. Além de possibilitar uma análise com dados mais recentes, ele poderia contemplar um número maior de categorias de uso do solo.

6 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, B.O.; MEDEIROS, P.S. C; HASENACK, H.; PHILIP, R.P.; SILVA, L.L. Tipos de solos, fatores climáticos e influência dos morros no crescimento urbano de Porto Alegre In: SETUBAL, R. B.; BOLDRINI, I. I.; FERREIRA, P. M. A. **Campos dos Morros de Porto Alegre**. Porto Alegre, Igré: Associação Sócio-Ambientalista, 2011.
- BEHLING, H.; PIERUSCHKA, V.J.; SCHÜLER, L.; PILLAR, V. P. DINÂMICA dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: Pillar, V.D.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S.; Jacques, A.V.A. (ed.) 2009. **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, MMA, 2009.
- BOLDRINI, I. I. **Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional**. Boletim do Instituto de Biociências. Série Ecologia, 1997.
- BRACK, P.; RODRIGUES R.S.; SOBRAL, M.E.G, LEITE S.L.C. Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, n.51, p. 139-166, out. 1998.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Novo código florestal brasileiro**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 17 out. 2012.
- CAVALLI, C. **Delimitação das Áreas de Preservação Permanente em Topo de Morro no município de Porto Alegre com uso de SIG: um estudo comparativo entre o Código Florestal de 1965 e o de 2012**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Ambiental Unilassale. Canoas, 2012.
- FERREIRA, P. M. A.; SETUBAL, R. B. Espécies campestres endêmicas raras e ameaçadas de extinção In: SETUBAL, R. B.; BOLDRINI, I. I. e FERREIRA, P. M. A. **Campos dos Morros de Porto Alegre**. Porto Alegre, Igré: Associação Sócio-Ambientalista, 2011.
- GÜNTZEL, A.; FREITAS, A.E.;TEDESCO, C.; SHIRMER, C.; MONDIN, C.; PINHEIRO, C.; VELEZ, E.; LANDAU, E.C.; LEITE, F.; BECKER, F., RODRIGUES, G.; MEIRA, J.R.; KONRATH, J.; COPERTINO, M.M.B.; BENDATI, M.M.; MARCZWSKI, M.; HAAS, S.; PROCHNOW, T.R. **Avaliação dos morros do município de Porto Alegre com base no uso do solo**. Porto Alegre: PPG Ecologia, 1994.
- HASENACK, H. (Coord). **Diagnóstico ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: SMAM, 2008.
- HASENACK, H.; SETUBAL R. B. Distribuição e estado de conservação atual dos campos. In: SETUBAL, R. B.; BOLDRINI, I. I.; FERREIRA, P. M. A. **Campos dos Morros de Porto Alegre**. Porto Alegre, Igré: Associação Sócio-Ambientalista, 2011.
- LIVI, F. P. Elementos do clima, o contraste de tempos frios e quentes in Menegat, R. (Coord.) 1998. **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998.

MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998.

MOURA, N. S. V. Geomorfologia: as formas do relevo dos morros de Porto Alegre In: SETUBAL, R. B.; BOLDRINI, I. I. e FERREIRA, P. M. A. **Campos dos Morros de Porto Alegre**. Porto Alegre, Igré: Associação Sócio-Ambientalista, 2011.

MÜLLER, S. C.; OVERBECK, G.E.; SETUBAL R.B. A coexistência entre campos e florestas: Qual a vegetação natural de Porto Alegre? In: SETUBAL, R. B.; BOLDRINI, I. I.; FERREIRA, P. M. A. **Campos dos Morros de Porto Alegre**. Porto Alegre, Igré: Associação Sócio-Ambientalista, 2011.

OLIVEIRA, J.M. M. T.; CHANAN, L.M.C; FAERTES, R. Àreas de risco geológico: ocupação urbana inadequada in MENEGAT **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Editora da Universidade, 1998.

OVERBECK, G.E.; MÜLLER S.C; PILLAR V.P; SETUBAL, R.B. Proposta de manejo e conservação para os campos In: SETUBAL, R. B.; BOLDRINI, I. I. e FERREIRA, P. M. A. **Campos dos Morros de Porto Alegre**. Porto Alegre, Igré: Associação Sócio-Ambientalista, 2011.

PORTO ALEGRE. **Lei Orgânica do município de Porto Alegre**, de 4 de abril de 1990. Disponível em: <http://www.camarapoa.rs.gov.br/biblioteca/lei_org/LEI%20ORG%C3%82NICA.html>. Acesso em: 15 jul. 2012.

PORTZ, L.; MANZOLLI, R. P.; SALDANHA D. L.; CORREA, I. C.S. Dispersão de espécie exótica no Parque Nacional da Lagoa do Peixe e seu entorno. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n.1 p 33-44, jun. 2011.

Disponível em:

< <http://www.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewFile/171/152>>. Acesso em: 15 out. 2012.

RAMBO, B. A fitofisionomia do Rio Grande do Sul. **Editora Porto Alegre**, Ed. Sellbach.472p. 1954.

RAMBO, B. Análise histórica da flora de Porto Alegre. **Sellowia**, Itajaí, v.6, p. 6-111, 1954.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto n.42.009, de 31 de dezembro de 2002. **Espécies da flora ameaçadas de extinção do Estado do Rio Grande do Sul**, 2003.

SETUBAL, R. B.; BOLDRINI, I.I; FERREIRA P.M.A. **Campos dos morros de Porto Alegre**. Porto Alegre: Igré, 2011.

SETUBAL, R.B.; BOLDRINI, I. I .Padrões de Habitate comunidades campestres. In: SETUBAL, R. B.; BOLDRINI, I. I. e FERREIRA, P. M. A. **Campos dos Morros de Porto Alegre**. Porto Alegre, Igré: Associação Sócio-Ambientalista, 2011.

SETUBAL, R.B.; BOLDRINI I. I. A flora campestre dos morros In: SETUBAL, R. B.; BOLDRINI, I. I. e FERREIRA, P. M. A. **Campos dos Morros de Porto Alegre**. Porto Alegre, Igré: Associação Sócio-Ambientalista, 2011.