

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA DE CLASSIFICAÇÃO DE AMBIENTES TÉRMICAMENTE HOMOGÊNEOS PARA ESTUDOS DE CLIMA URBANO EM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Erika Gollischonn
Universidade Federal de Pelotas
ecollischonn@gmail.com.br

Gil Passos de Mattos
Universidade Federal de Pelotas
gilpassosm@hotmail.com

EIXO TEMÁTICO : GEOGRAFIA FÍSICA E GEOTECNOLOGIAS

Resumo: Neste trabalho, avaliamos na literatura sobre clima urbano, propostas de classificação de unidades climáticas homogêneas do ponto de vista das características térmicas do ar próximo à superfície, justificamos porque escolhemos a proposta de Steward e Oke (2009), adaptamos esta classificação para que se tornasse aplicável ao perímetro urbano de Pelotas/RS e, finalmente, apresentamos o processo de identificação das potenciais Unidades climáticas diferenciadas no perímetro urbano desta cidade, a partir de imagem de satélite de alta resolução espacial processada e interpretada em sistema de informações geográficas. Identificamos e mapeamos dezenove “potenciais unidades climáticas” que servirão de base para a continuidade do estudo.

Palavras-chave: Sistemas de classificação de paisagem - Unidades climáticas – Sensoriamento remoto

Abstract:

In this study, we made an evaluation based on urban climate literature propositions of “thermal climate zones” for classifying urban heat islands measurement sites, we justified why we chose the proposal of Steward and Oke (2009), we adapted this classification to become applicable to the urban area of Pelotas / RS, and finally presented the process of identifying potential climate units within this urban area using high spatial resolution satellite imagery in a geographic information system. We identified and mapped nineteen “potential thermal climate zones”. The map produced is the basis for continuing studies of urban climate.

Keywords: Landscape classification systems – Urban Clime Zones - Remote sensing

Introdução

Nos estudos de clima urbano realizados por geógrafos é fundamental, como desde 1975 vem ensinando Monteiro, que paralelamente ou em complementaridade as análises meteorológicas da atmosfera sobre as cidades, se adentre no interior delas, “*tomando-as como ‘fato geográfico’, em sua real estruturação físico-natural de ambiente altamente ‘derivado’ pelo homem sob uma dinâmica funcional conduzida pelos condicionamentos econômicos*” (MONTEIRO, 1990, p.9). Isto porque o que o geógrafo quer compreender é a transformação de energia num jogo integrado entre o ar atmosférico e o ambiente urbano edificado pelo homem. Assim, no projeto “Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade de Pelotas/RS” desenvolvido entre agosto de 2010 e dezembro de 2011 com auxílio da FAPERGS (Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul)

consideramos primordial dispormos de mapeamentos pormenorizados, tanto das características geo-ecológicas, quanto do uso e ocupação da terra desta cidade.

O caráter geo-ecológico em que se insere a cidade, evidencia-se tanto nas unidades morfológicas primitivas que nele se distinguem, mas também, “[...] *pelos derivações, acréscimos (represas, [canais], aterros, etc) e supressões (arrasamento de morros, deflorestamentos, etc)*” (MONTEIRO, 1990a, p. 68). Já para a de compreensão do efeito do urbano na “camada de dossel”¹ Oke (2006,p.9) destaca que deve-se avaliar: a estrutura urbana (a dimensão das edificações e o espaços entre elas, a largura das vias e o espaçamento entre elas), a cobertura da superfície (construída, pavimentada, com cobertura vegetal, solo descoberto, água), o tecido urbano (resultante do processo de expansão do fenômeno urbano, suas continuidades e descontinuidades) e o metabolismo urbano (água, calor e poluentes devido à atividade humana). Proposições semelhantes para identificação de padrões já tinham sido feitas por Oke (1981) e Monteiro (1990). Mas Monteiro (1990a, p.67), por conhecer melhor a realidade das cidades brasileiras, acrescenta que é preciso considerar nestes padrões de edificações aquilo que é um fato pertinente a realidade socio-econômica do país, ou seja, as áreas onde a pobreza do urbano deixa nele permanentemente marcada a “sub-habitação”. Assim na caracterização de espaços urbanos não se pode deixar de considerar as áreas de edificação não planejada espontânea, informal, clandestina, porque além de marcas dos problemas sociais estas edificações constituem-se em padrões diferenciados do ponto de vista “físico”, seja pelos materiais de construção, pela coloração, densidade, Por isso, não podem ser ignorados na análise do clima das nossas cidades.

Assim, a abordagem do clima urbano requer um conhecimento geográfico da cidade e um embasamento cartográfico que permita a divisão da cidade em partes com características relativamente homogêneas, como etapa primeira e fundamental de estudo (MENDONÇA, 2003, p.99) Ainda que a Prefeitura Municipal de Pelotas tenha preparado bons mapas para a realização do Plano Diretor Municipal de 2008, informações mais próprias para entender a relação aquecimento-resfriamento do ar próximo a superfície não foram aí consideradas.

Atualmente, imagens orbitais de alta resolução espacial como as dos satélites Ikonos II, QuickBird-II, OrbView III, Cbers 2B, GeoEye, WorldView-II trouxeram avanços aos estudos de classificação do uso e cobertura da terra em áreas urbanas. A disponibilidade destes sensores tornou possível discriminar melhor os alvos na superfície, revolucionando os estudos intra-urbanos pelo avanço na precisão das informações geradas.

O processamento e interpretação de imagens de alta resolução em Sistemas de Informações Geográficas podem proporcionar este tipo de embasamento cartográfico necessário aos estudos de clima urbano. Então, o objetivo deste trabalho é testar uma metodologia de classificação de unidades homogêneas do ponto de vista das características térmicas do ar próximo a superfície, adaptando sua

¹ Camada da atmosfera que se estende do solo até o nível das coberturas dos edifícios (OKE, 1978)

aplicação em sistema de informações geográficas e considerando as especificidades da área urbana de Pelotas/RS.

Caracterização da área de estudo

Pelotas é uma cidade média de 333.120 habitantes (IBGE, 2010), localizada a 31° 45'S e 52°20'W (Figura 1), às margens do Canal de São Gonçalo, curso que liga as lagoas dos Patos e Mirim no sul do Rio Grande do Sul.

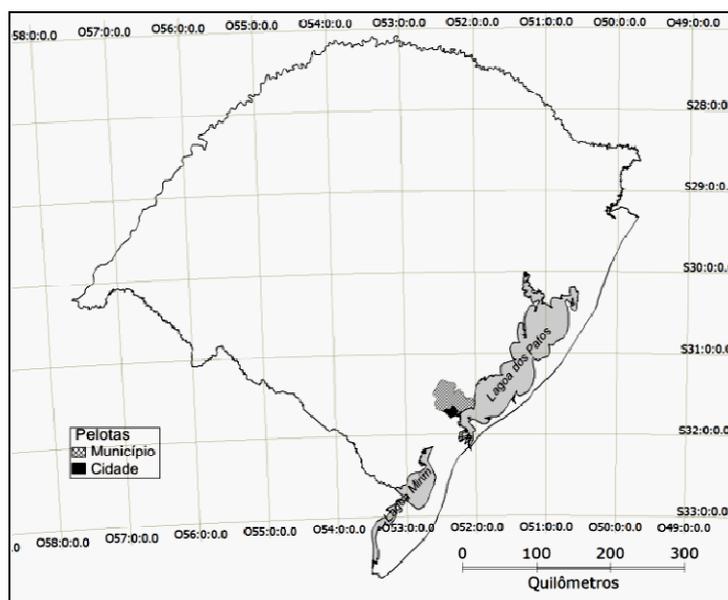


Figura 1- Localização de Pelotas.

Fonte: Organizado por Erika Collischonn a partir de malhas digitais do IBGE (2010).

O perímetro urbano se encontra em área plana e de baixa altitude. A proximidade da Lagoa dos Patos e do Canal de São Gonçalo, certamente são controles fundamentais na especificidade climática desta cidade. A altimetria na área de estudo varia entre dois metros na margem do Canal de São Gonçalo a vinte na porção norte da área efetivamente urbanizada, ainda que no perímetro urbano se encontrem áreas de altitude superior a 30 metros. A topografia, não pode ser considerada um controle essencial na definição de diferenciações climáticas intra-urbanas porque não é relevante o efeito de orientação de vertentes, fundamental na maior ou menor recepção da radiação, nem o de canalização físico-natural de vento, porém, observam-se no contexto da cidade alguns baixios que podem se tornar áreas de acúmulo de ar frio, em dias de inverno sem vento.

Como cidade média, Pelotas oferece um leque bastante largo de comércios e serviços especializados, estando assim em interação constante com as áreas coloniais e cidades menores do

espaço regional a ela ligado; também recebe constantemente migrantes de cidades menores ou da zona rural, que aí se fixam. Assim, o espaço intraurbano de Pelotas se caracteriza por um centro funcional bem individualizado e uma periferia dinâmica, evoluindo segundo um modelo bem parecido com o das grandes cidades, isto é, através da multiplicação de novos núcleos habitacionais periféricos, bastante dependentes do centro funcional. O Centro, durante o dia, concentra pessoas, veículos e usos intensos da terra. Ainda assim, Pelotas não apresenta crescimento vertical significativo, expandindo-se por aglomerações residenciais horizontalizadas que fazem o tecido urbano se dissolver para limites cada vez mais amplos. A partir do centro urbano tradicional (Praça Coronel Pedro Osório), a cidade se espraia por cerca de 7km para o norte (bairro Três Vendas), 6km para o oeste (bairro Fragata), 1,5km para o sul (Porto), 4km para leste (bairro Areal), sem considerar o Bairro Laranjal à beira da Lagoa dos Patos, que fica ainda 11km mais distante. Assim o perímetro urbano de Pelotas apresenta uma ocupação horizontal extensa (192.65km²), compacta próximo aos eixos viários principais e menos densas nos interstícios, onde ainda são frequentes os alagadiços e áreas de uso agrícola (Figura 2).

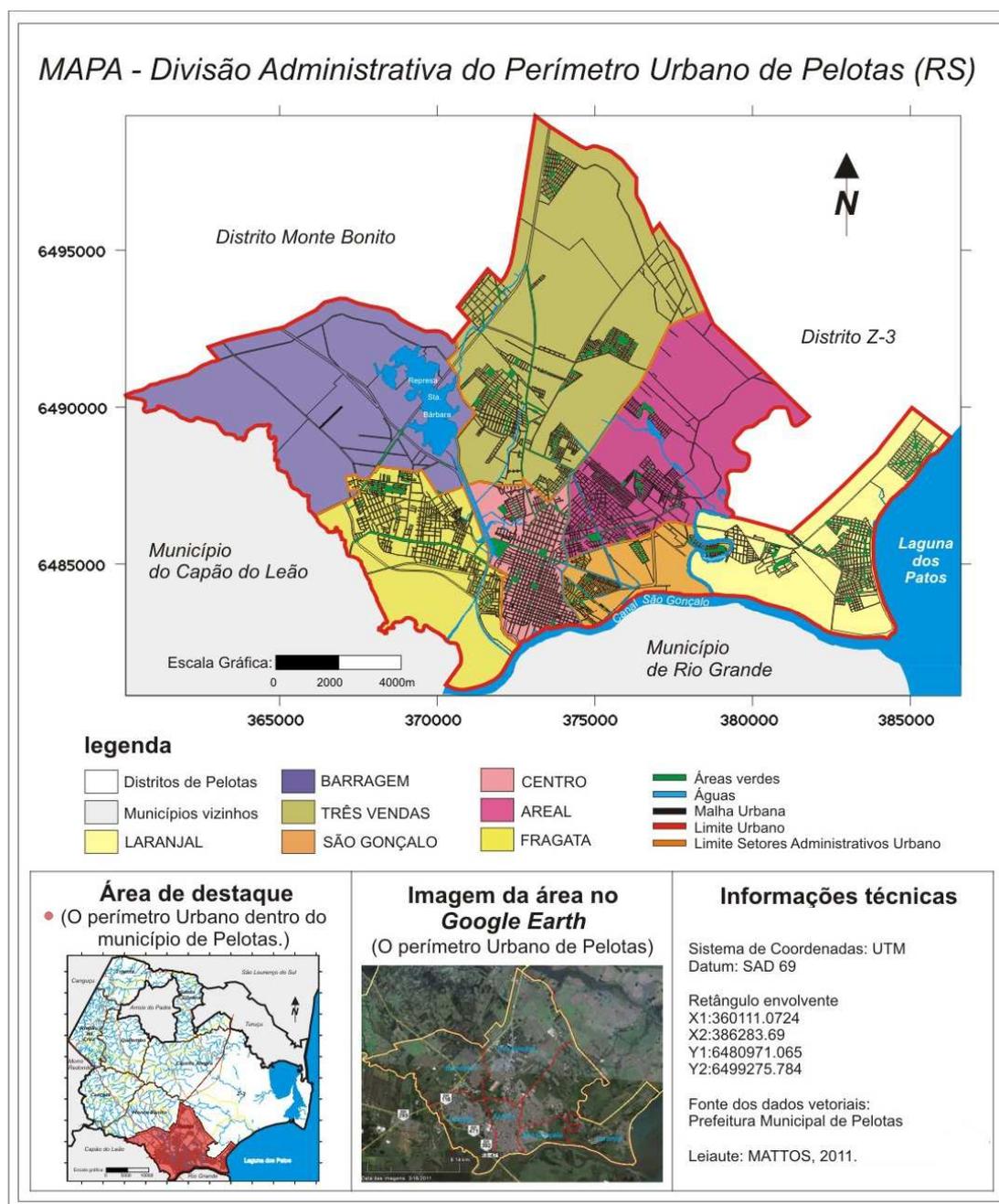


Figura 2- A configuração do perímetro urbano de Pelotas.

Pelotas não tem a mesma complexidade urbana das metrópoles brasileiras já estudadas em termos de clima urbano; quanto ao uso do solo, pode-se dizer que ela apresenta uma ocupação bem menos intensiva do que aquelas. Esta cidade teve na sua gênese a predominância de terrenos uni familiares, com casa, pátio e jardim ao fundo, ou seja, uma baixa ocupação. No entanto, este padrão, vem sendo aos poucos substituído tanto na área central, por um adensamento de construções nos outrora pátios interiores, como na periferia, pela proliferação de conjuntos habitacionais de alta densidade de ocupação. Também, há áreas de maior crescimento vertical e, outras de amplos prédios, que outrora abrigavam funções industriais e, atualmente, são, em sua maioria, depósitos ou entrepostos comerciais. As áreas residências apresentam-se, em geral, muito compactas, com casas junto à rua e

sem jardim. A arborização urbana, afora a dos corredores verdes das grandes avenidas e a das praças, é pouco freqüente. Em termos de pavimentação, o trabalho de campo nos mostrou que, saindo dos eixos viários estruturadores, poucas são as ruas calçadas ou asfaltadas nas Regiões Administrativas do entorno da do Centro, predominando o pavimento solto.

A densidade demográfica, que em Pelotas em 2010 apresentava uma média de 8949hab/km², em nível de detalhe, apresenta significativas variações, com setores com alta densidade (acima dos 18.000hab/km²), de localização periférica, vinculados a bairros com sub-habitações ou a conjuntos habitacionais de até quatro pisos, caracterizados por domicílios com baixos ingressos econômicos, destacando-se áreas nos bairros Navegantes, Balsa, Dunas, Pestano, Getúlio Vargas, Guabiroba e Lindóia. Além destes, ainda que com menor densidade, foram identificadas pelo IBGE no censo de 2010 seis aglomerados subnormais, que são “conjuntos com, no mínimo, 51 unidades habitacionais carentes de serviços públicos essenciais ocupando, ou tendo ocupado em período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral de forma desordenada e densa” (IBGE,2010).² As áreas que apresentam densidades menores que 5.000 hab/km² são, em geral, aquelas dos setores localizados em bairros residenciais nos quais os chefes domicílios apresentam ingressos econômicos mais altos.

Quando se considera o perímetro urbano como um todo, a ocupação é bem diversificada. Há uma área que circunda a cidade de noroeste a leste considerada como rurbana pelo Plano Diretor de 2008, destinada em princípio à atividades agrosilvopastoris, além de atividades de extração de areia e argila, mas marcada pela paulatina penetração do rural pelo urbano. Assim, também para a realidade de Pelotas, distinguir o urbano do rural para estudos de ilha de calor está se tornando difícil, porque muitas superfícies, ainda que distantes do centro da cidade, encontram-se muito alteradas devido às necessidades urbanas.

Metodologia

Neste trabalho, seguimos as diretrizes estratégicas propostas por Monteiro (1990b, p. 61-79), Oke (2006) e Steward e Oke (2009) para identificar áreas dentro da cidade com propriedades que possam estar exercendo efeito na atmosfera urbana. Esses parâmetros devem ser levados em conta, para a seleção de locais para a coleta de dados de clima urbano, e incorporados na descrição da configuração da estação ou posto de coleta.

Há poucos sistemas de classificação da paisagem em escala local na literatura sobre clima urbano. Em 1978, Auer (apud STEWARD e OKE, 2009) propôs um sistema de classificação utilizando critérios de uso da terra e cobertura vegetal. Em 1990, Ellefsen (apud OKE, 2006) mais tarde desenvolveu um sistema de classificação na escala bairro, com base na morfologia de

² A Secretaria Municipal de Habitação de Pelotas dimensionou em outubro de 2011 que 40mil famílias vivem em habitações precárias na cidade (Diário Popular. 04/10/2011). Se cada família tem em média três filhos, 36% da população de Pelotas vive em habitações precárias.

construção, na configuração de ruas e nos materiais de construção utilizados nas grandes cidades norte-americanas. Esta classificação foi aprimorada no que se refere a rugosidade de terreno urbano e rural, com base na altura e densidade de elementos de superfície (por exemplo, edifícios, árvores, plantas). Em 2004, Oke projetou para a Organização Meteorológica Mundial um sistema de classificação climática simples, distinguindo padrões urbanos organizados em ordem aproximadamente decrescente quanto a sua capacidade em impactar o clima local (OKE, 2006, p. 11). Incorporando características dos trabalhos anteriores, seu sistema discretiza no terreno urbanizado áreas homogêneas denominadas "zonas climáticas urbanas"³. Ele distingue sete padrões diferenciados com base na rugosidade, tipo de cobertura, impermeabilização e usos. Enquanto neste esquema falta o padrão relativo às áreas de sub-habitação, mais comum em cidades do Terceiro Mundo ele identifica um padrão que não se aplica a uma cidade média como Pelotas, que é a dos arranha-céus do Centro de Negócios (CBD - *Central Business District*).

Em trabalho mais recente, Steward e Oke (2009) criaram uma classificação centrada na paisagem (Figura 3). Partindo da avaliação global do conjunto da paisagem os autores decompõem, num primeiro momento a "paisagem" partindo do princípio da modificação da superfície, isto é, o grau em que o aspecto cultural se sobrepõe à superfície físico-natural. A marca cultural se manifesta pela substituição da cobertura da superfície natural (por exemplo, florestas, solos, gramíneas) por uma cobertura não-nativa (por exemplo, edifícios, estradas, lavouras). A divisão da paisagem a partir deste princípio produz quatro categorias: urbana, agrícola, natural e mista. Integram a categoria "Urbana" as áreas fortemente alterados pela construção de edificações e estradas; a categoria "agrícola" as áreas alteradas pelo cultivo dos solos e pela criação de animais; na categoria "natural" se inserem paisagens que preservam uma cobertura nativa da superfície; e se adiciona ainda à hierarquia a categoria "mista" que representa a mistura do urbano, do agrícola e/ou do natural da paisagem.

³ Ao invés expressão "zonas climáticas urbanas"; preferimos não utilizá-la, pois julgamos que o termo "Zona Climática" já é consagrado para a divisão dos macroclimas da terra (faixas entre paralelos), assim utilizamos "Unidades Climáticas" como fizeram Tarifa e Armani (2001).

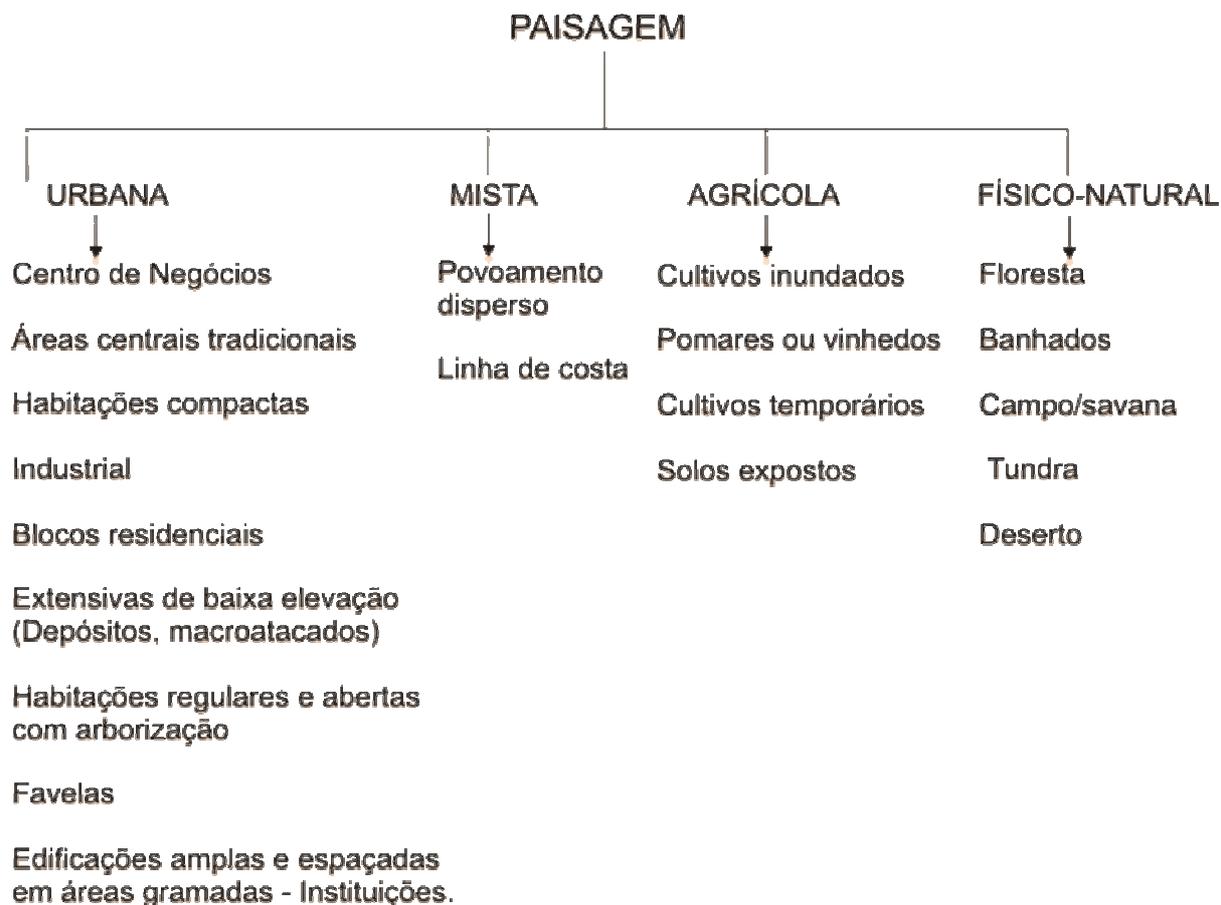


Figura 3– Divisão lógica das classes no universo da paisagem
Fonte: STEWARD e OKE, 2009. Adaptado por Erika Collischonn.

Cada uma destas categorias foi subdividida em unidades menores (de dezenas a centenas de metros) com propriedades de superfície específicas na interaçãõ com a camada de dossel urbano. Essas propriedades incluem: (1) altura da rugosidade superficial (alta, média ou baixa), o que influencia regimes de fluxo do ar acima do solo, (2) fração de superfície impermeável (alta ou baixa), que divide a energia na forma sensível (aquecimento) ou latente (resfriamento); (3) fator de visãõ do céu (alta ou baixa), o que influencia resfriamento da superfície por radiaçãõ; (4) o desempenho térmico (alto ou baixo), que modula os ciclos de aquecimento e arrefecimento de solos e materiais de construçãõ, (5) albedo (alto ou baixo), o que influencia a absorçãõ de calor de superfície, e (6) o fluxo de calor antropogênico (alto, baixo ou nulo), o que contribui de calor de combustãõ para o equilíbrio da energia superficial.

Este sistema foi o mais consistente que encontramos quanto à identificaçãõ de unidades universalmente reconhecíveis e, ao mesmo tempo, afigurava-se aplicável utilizando dados de sensoriamento remoto, uma vez que cada uma das 20 unidades definidas por Steward e Oke (2009) é individualmente descrita e ilustrada em folhas de dados padronizados. Estas folhas de dados servem como chaves de interpretaçãõ visual por sensoriamento, ajudando os usuários de sistemas de informações geográficas a alocarem com maior objetividade as classes adequadas. Cada uma delas

inclui a definição de unidade, desenhos de computador, fotografias, e caracterização das propriedades térmicas de superfície.

Resultados e discussão

Com base nas categorias e unidades propostas por Stewart e Oke (2009), bem como considerando os mapeamentos realizados Prefeitura Municipal de Pelotas para o Plano Diretor de Pelotas de 2008, as visitas virtuais via Google Earth e o esquadrinhamento da área de estudo através de levantamentos de campo, definimos uma classificação prévia de potenciais unidades homogêneas. Assim, para a categoria urbano propriamente dita, definimos as seguintes unidades: Densamente urbanizada com prédios residenciais e comerciais confinados ou muito próximos de diferentes alturas; Densamente urbanizada com prédios residenciais e comerciais confinados ou muito próximos de até 4 andares; Habitação de um ou dois pavimentos muito compacta; Blocos residenciais de 4 ou mais andares, Área industrial de hipermercados e depósitos, Residencial de baixa densidade de ocupação com casas ou sobrados em terrenos com jardim, Área de sub-habitação (assentamentos informais), Corredores Verdes e Praças, Instituições (aeroporto, universidades, centros de exposição) em meio a terrenos amplos. Para a categoria que chamamos paisagem mista, individualizamos a unidade Povoamento disperso. Para a categoria que definimos como agrícola, identificamos: Cultivos inundados, Florestas cultivadas, Cultivos não inundados, Campos e pastagens, Solo exposto, e, por fim, para a categoria que definimos como físico-natural, as unidades: Banhados, Mata nativa e Corpos d'água. Posteriormente, quando da análise da imagem de satélite ainda foi acrescentada a esta última categoria a unidade Dunas (Figura 4).

A preparação da setorização geográfica da cidade nestas unidades relativamente homogêneas aptas a servirem de base para o estudo de diferenciação climática intra-urbana demandou os seguintes materiais: Imagem do satélite Ikonos II – PSM de 29/03/2009 (resolução de 1mx1m), Imagem do Satélite SPOT 14/04/2005 (20m), Malha dos Setores Censitários Urbanos do IBGE de 2010, Mapa das Quadras do Perímetro Urbano de Pelotas, fornecido pela Secretaria Municipal de Gestão Urbana e os programas Spring 5.1 e *Google Earth*.

No programa Spring 5.1 realizamos a montagem de um banco de dados geográficos para o qual importamos as imagens de satélite e as bases cartográficas já existentes. Depois dos procedimentos de melhoria de contraste e de criação de composições coloridas das imagens passamos aos processos de classificação das imagens. Trabalhamos com duas formas de classificação uma mais geral baseada nas imagens SPOT de menor resolução e a outra mais específica para as áreas efetivamente urbanas baseada na Imagem Ikonos; posteriormente a segunda classificação foi sobreposta à primeira. Utilizamos esta estratégia porque não foi possível chegar a uma classificação

razoável de unidades espaciais urbanas através de classificação supervisionada (nem pixel a pixel⁴ nem por regiões⁵) dada a heterogeneidade do comportamento espectral dos alvos na imagem de alta resolução, já para as áreas agrícolas e físico-naturais, nas quais os padrões espectrais variam menos no espaço, foi possível a utilização da classificação por reconhecimento desses padrões na imagem. Para identificar as unidades climáticas urbanas com base na imagem IKONOS empregamos a interpretação visual na tela do computador, que consistiu na delimitação das feições sobre a imagem como polígonos e posterior associação dos mesmos a uma das dezenove classes. Neste caso, além do comportamento espectral, foram utilizadas outras informações como padrão, textura, tonalidade, sombra, forma e tamanho das feições encontradas na imagem, bem como o reconhecimento *in loco*. Este processo de interpretação e rotulação de cada área foi bastante demorado e a classificação obtida foi superposta àquela de maior generalização elaborada anteriormente para a obtenção do mapa temático de Potenciais Unidades Climáticas (Figura 5). Portanto, houve junção das abordagens visual e digital, para chegarmos a este mapeamento, com forte interação dos analistas.

LEGENDA		
Cor	Classe	Características
■	I	Prédios Altos
■	II	Prédios e casas muito compactas
■	III	Casas compactas
■	IV	Blocos residências sup. a 4 andares
■	V	Áreas Industriais e hipermercados
■	VI	Áreas com casas com grandes jardins
■	VII	Áreas de sub-habitação
■	VIII	Praças, parques e boulevares
■	IX	Grandes áreas institucionais, ex: Aeroporto
■	X	Povoamento disperso
■	XI	Cultivo irrigado
■	XII	Floresta cultivada
■	XIII	Área de cultivo variado
■	XIV	Solo Exposto
■	XV	Banhado
■	XVI	Floresta Nativa
■	XVII	Campos
■	XVIII	Águas
■	IXX	Areias

Figura 4- Identificação de cada uma das classes.

⁴ Na classificação pixel a pixel, após a criação de um conjunto de amostras de treinamento em que se associa determinado conjunto de células da imagem a uma classe de ocupação da terra considerando suas características espectrais, utilizam-se algoritmos cujo reconhecimento de padrões espectrais na imagem se faz com base nas estatísticas das amostras colhidas (MOREIRA, 2011, p.236-237).

⁵ Os classificadores por regiões utilizam, além da informação espectral do pixel, a de seus vizinhos. A segmentação da imagem em regiões, procura simular o comportamento de um fotointérprete ao reconhecer áreas homogêneas dentro da imagem. Posteriormente estas regiões servem como amostras de treinamento às quais se associa uma classe de ocupação da terra e que servirão para o reconhecimento de padrões na imagem como um todo (MOREIRA, 2011, p.237).

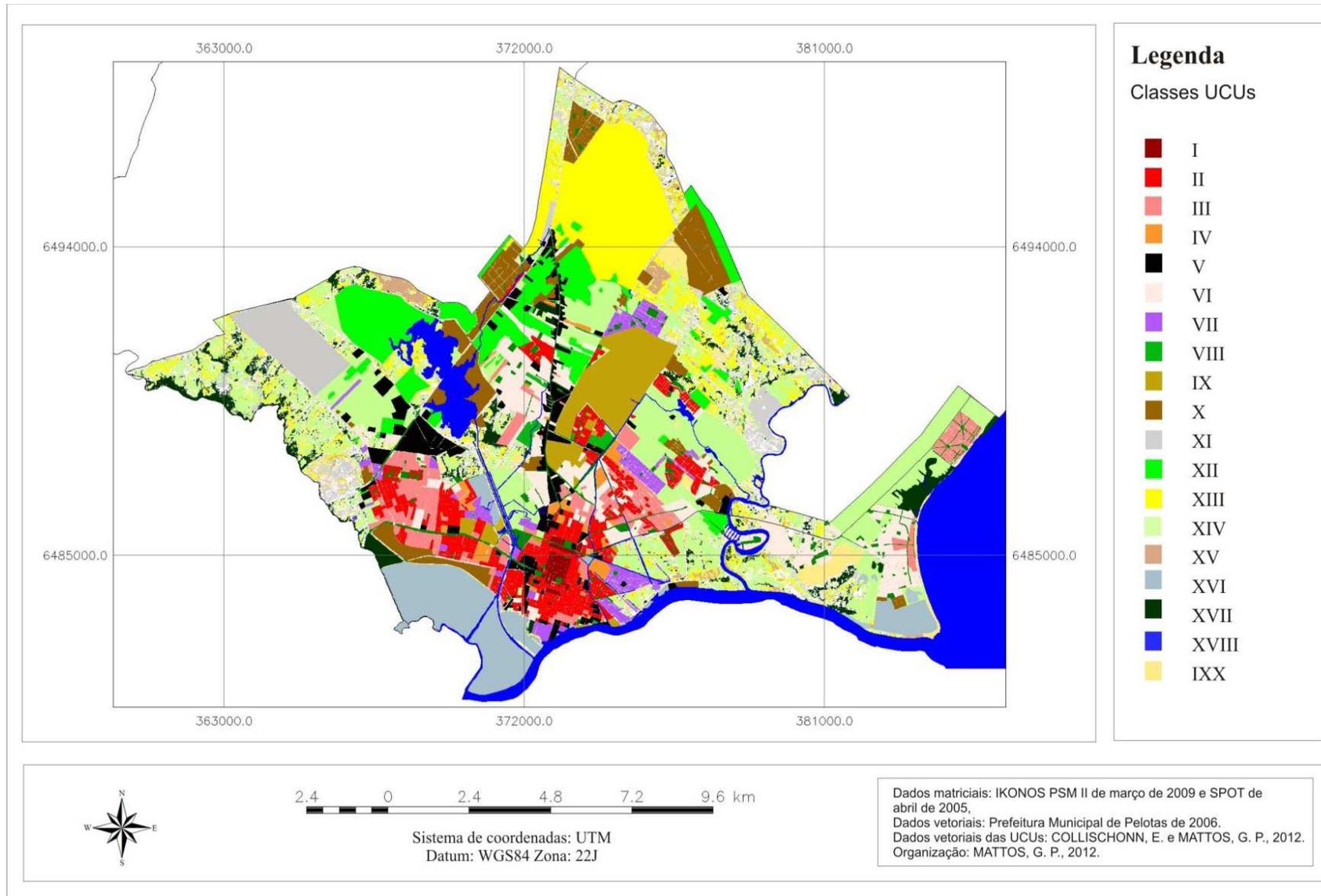


Figura 5- Potenciais unidades climáticas urbanas de Pelotas.

Considerações finais

A extensão rápida e ilimitada da urbanização em Pelotas que foi incorporando as superfícies agrícolas ou físico-naturais que a circundam, preenchendo as áreas intersticiais antes ocupadas por coberturas naturais e alongando a trama urbana através das principais vias de acesso, demonstra o fim do caráter mais compacto, monocêntrico e socialmente mais homogêneo que caracterizou esta cidade até os anos 1980. A crescente heterogeneidade e segregação socioambiental das paisagens urbanas nesta cidade representa também o aumento da segregação socioespacial de seus habitantes e cada vez maior dependência da qualidade ambiental ao nível de renda. A identificação de potenciais unidades climáticas é uma ferramenta que possibilita identificar onde as alterações da superfície urbana são mais significativas e onde as áreas verdes tem reduzido seu tamanho ou se fragmentado, para, posteriormente, avaliar os efeitos ambientais do crescimento urbano considerando a distribuição da temperatura, umidade relativa e vento nestas áreas e, por fim, formular sugestões na perspectiva do desenvolvimento e planejamento urbano.

Steward e Oke (2009) nos ofereceram um sistema para a classificação de zonas térmicas na camada de dossel urbano logicamente estruturado e com uma representação gráfica que o tornou aplicável através da articulação entre processamento de dados de sensoriamento remoto em Sistema de Informações Geográficas e reconhecimento de campo. O número de potenciais unidades climáticas diferenciadas identificadas no perímetro urbano de Pelotas utilizando os princípios propostos por este sistema de classificação foi de dezenove. Numa segunda análise, integrada com os resultados dos levantamentos de campo de temperatura, umidade e vento, espera-se chegar a um mapa de síntese que identifique um menor número de unidades climáticas intra-urbanas, as áreas de drenagem de ar frio e as áreas de renovação do ar.

Referências:

MENDONÇA, F. **Clima e Planejamento urbano em Londrina – proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo térmico**. In: MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. F. (Org) *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: USP, 1976.

_____. **Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos de clima urbano no Brasil**. Geosul, Florianópolis: Edufsc, n. 9, ano V, p. 7-19, 1990a.

_____. **Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura**. Geosul, Florianópolis: Edufsc, n. 9, ano V, p. 61-79, 1990b.

_____. **A cidade como processo derivador ambiental e estrutura geradora de um “clima urbano”**. Geosul, Florianópolis: Edufsc, n. 9, ano V, p. 80-114, 1990c.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias aplicadas**. 4. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2011.

OKE, T. R. **Boundary layer climate**. London: Methuen& Ltd A. Halsted Press Book, 1978. 372 p.

OKE, T. R. **The energetic basis of the urban heat island**. Quarterly Journal Royal Meteorological Society, 108, 1982, p. 1-24.

OKE, T.R., **Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites**. IOM Report No.81, WMO/TD. No. 1250. World Meteorological Organization, Geneva, 2006.

PELOTAS tem 40 mil famílias em habitações precárias. **Diário Popular**, Pelotas, 4 out. 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS – Lei 5.502, de 11 de setembro de 2008. **III Plano Diretor Municipal**. Pelotas: Câmara Municipal, 2008. Disponível em <http://www.pelotas.com.br/politica_urbana_ambiental/planejamento_urbano/> Acessado em 12/03/2010.

ROMERO, H.; VÁSQUEZ, A. **El crecimiento espacial de las ciudades intermedias chilenas de Chillán y Los Angeles y sus impactos sobre la ecología de paisajes urbanos**. In: LEMOS, A. I. G.; ROSS, J. S.; LUCHIARI, A. (Org.) **América Latina: sociedade e meio ambiente**. São Paulo: Expressão Pulupar 2008. p. 109-138.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo: Hucitec, 1981, 124p.

STEWART, I.D., and T.R. OKE, 2009. **Classifying urban climate field sites by “local climate zones” the case of Nagano, Japan**. The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan.

TARIFA, J. R. ; ARMANI, G. **Os climas urbanos**. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. **Os climas na cidade de São Paulo**. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão da Universidade de São Paulo. Laboratório de Climatologia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 2001. (Geosp – Coleção Novos Caminhos,4)

Sites pesquisados:

IBGE - <http://www.ibge.gov.br/>