

Modelagem espacial para análise da densidade demográfica na bacia do Córrego Cercadinho, Belo Horizonte/MG

Simone Fonseca Alves¹

symonfonseca@yahoo.com.br

Carlos Fernando Ferreira Lobo²

clobo@acad.unibh.br

Jorge Batista de Souza²

jsouza@acad.unibh.br

Wellington Lopes Assis²

wlopes@acad.unibh.br

Leandro Cardoso²

leandrocardoso@hotmail.com

Tania Maria de Araújo Ferreira²

tferreira@acad.unibh.br

Resumo

Esse trabalho tem como objetivo estimar a densidade e analisar a distribuição espacial da população em elevada escala no meio intra-urbano, identificando diferenciações dentro do setor censitário. Desta forma, foi elaborado um modelo para o caso da bacia hidrográfica do Córrego Cercadinho, localizada na região oeste do município de Belo Horizonte/MG. Com o modelo foi possível verificar ocupações diferenciadas e áreas passíveis de expansão imobiliária, servindo para fins de planejamento e gestão dos espaços urbanos, tanto para órgãos públicos, como privados. Para atender os objetivos dessa pesquisa, foi utilizada a base do IBGE 2000 dos setores censitários e imagem digital de alta resolução espacial. A partir da imagem digital foi possível verificar as áreas de uso predominantemente antrópica e excluir as áreas de vegetação e solo exposto. Assim a população foi distribuída nas zonas efetivamente ocupadas.

Palavras Chaves: densidade demográfica, modelagem espacial, distribuição espacial da população

Introdução

Os censos demográficos brasileiros são um dos mais detalhados do mundo, e trás consigo informações sobre as características da população brasileira. Os dados demográficos obtidos nos censos são úteis para a compreensão da dinâmica e transformações demográfica da população. Através dessas informações pode-se produzir, avaliar e caracterizar a população dentro de unidades geográficas determinadas, permitindo construir modelos de densidade populacional.

¹ Graduanda em Geografia e Análise Ambiental, pelo Centro Universitário de Belo Horizonte – MG.

² Professor do curso de Geografia e Análise Ambiental, mestre pela UFMG.

Esse trabalho teve como objetivo a elaboração de um modelo de densidade demográfica para a bacia do Córrego Cercadinho, através dos setores censitários e imagem de satélite de alta resolução espacial. A utilização do sensoriamento remoto foi de grande importância uma vez que tal uso nos permitiu trabalhar com os setores censitários em uma escala geográfica detalhada. Dessa forma as fontes de dados demográficos possibilitaram trabalhar os setores censitários como unidade de planejamento urbano, correlacionado ao sensoriamento remoto.

O reconhecimento da concentração populacional, acompanhado da identificação de padrões de uso do solo, permitem manipular e analisar, independentemente de qualquer unidade geográfica, os possíveis locais de maiores investimentos do setor público. O modelo elaborado servirá para identificar possíveis áreas com maiores riscos ambientais e áreas passíveis de expansão imobiliária dentro da bacia hidrográfica.

Fontes de Dados Demográficos: possibilidades e limites na análise dos dados censitários

Os estudos populacionais são de grande relevância na produção dos indicadores sócio-econômicos nacionais. Como mostra Nazareth (2000, p.13), “Nestes últimos anos, a abundância de informações acumulada pela investigação foi de tal forma importante que se começou a optar pela elaboração de história de população por países”. Nesse sentido, observa-se que cada vez mais o conhecimento a respeito dos indivíduos em um nível de detalhamento maior permite uma intervenção que busca soluções para problemas relacionadas ao social, econômico e ambiental.

Devido à dinâmica demográfica, os indivíduos que compõem uma população passam ao longo da sua vida por diversas transformações, dentre elas sociais, econômicas e políticas. Como existe essa dinâmica é relevante estudar o espaço seja ele urbano ou rural e perceber suas mudanças e possíveis tendências de expansão. Durante essas mudanças é importante considerar que os sujeitos integrantes da população são distintos, permitindo assim a classificação de idade e sexo, sendo que esses sujeitos geram novos indivíduos, levando ao surgimento de nova geração (CAMARGOS, 1980).

Os dados demográficos são úteis para entender o espaço urbano e suas transformações. Tais dados permitem produzir, avaliar e caracterizar a população dentro de unidades geográficas

determinadas. Como exemplo pode-se citar a construção de mapas de densidade populacional, que podem ser derivados de fonte de dados demográficos, informando sobre a pressão populacional e as necessidades em termos de infra-estrutura de uma área.

Para estudarmos a população nos apropriamos de fontes de dados demográficos. Tais fontes de dados são também utilizadas como base para estudos de cunho tanto teórico, bem como nas pesquisas de campo, sendo acompanhadas por técnicas de análise que servem para estudar uma determinada população. As principais fontes de dados demográficos são os censos demográficos, as pesquisas amostrais e os registros civis. Porém outras fontes também são utilizadas como as estatísticas de saúde, de proteção social, do ambiente, de educação, entre outras.

De acordo com o departamento de demografia das Nações Unidas, o censo demográfico pode ser definido como o conjunto de técnicas que tem por finalidade recolher, organizar e publicar dados de uma determinada população (NAZARETH, 2000). Os recenseamentos são feitos através de levantamentos universais e periódicos, no qual obtemos a contagem da população bem como extraímos informações sociais, econômicas e ambientais.

Os chineses, assim como os romanos, elaboraram os primeiros censos conhecidos, e tinham como finalidade o conhecimento militar e fiscal. Um dos mais remotos censos que se tem notícia é o da China, que teria ocorrido em 2238 a.C., quando o imperador Yao mandou realizar um censo da população e das lavouras cultivadas. Há ainda registros de um censo realizado na época pouco anterior a de Moisés, cerca de 1700 a.C. O recenseamento do ano 2 da era atual, nos informa a existência de 70 milhões de habitantes na China (NAZARETH, 2000).

No Egito antigo existem referências sobre um recenseamento que remota á primeira dinastia, cerca de 3000 anos antes da nossa era. Também existem evidências sobre a existência de recenseamentos bienais na segunda dinastia e anual na sexta dinastia (NAZARETH, 2000). Os dados tinham objetivos fiscais e militares, sendo que essas informações desapareceram, ficando apenas algumas indicações.³

³ Conforme Nazareth (2000, p.16) “Estas estimativas, apontavam para a existência de uma população de 7 a 8 milhões de habitantes (ao que correspondem a uma densidade de 2000 habitantes por Km²) indicam-nos que o vale

Os recenseamentos são feitos por métodos diversos, que influem diretamente na qualidade dos resultados obtidos. Alguns países empregam métodos que, teoricamente, são muito eficientes, como a França, por exemplo. Nesse país todo indivíduo adulto, deve na mesma noite, preencher um formulário contendo questões sociais e econômicas, assim como caracterização dos moradores, que são recolhidos logo depois pelos agentes responsáveis ou levados pelos pesquisados para posto de recolhimento do governo. Nos Estados Unidos, apesar de os recenseadores visitarem todas as moradias, em razão da abrangência da área a ser recenseada, esse processo pode levar semanas (BEAUJEU-GARNIER, 1980).

Várias críticas a esse método vêm sendo feitas, uma delas diz respeito à supervisão dos dados obtidos, uma vez que a negligência ou o desejo de, por alguma razão, o sujeito preste uma falsa informação, pode gerar erros, comprometendo a pesquisa. Outra é a demora para a publicação dos dados coletados, isso se deve ao fato da dificuldade de classificação, devido à falta de homogeneidade nos diferentes campos de pesquisas (BEAUJEU-GARNIER, 1980).

Afora os recenseamentos temos ainda os registros civis, que também são utilizados para saber a evolução da população estudada. Através desses dados tem-se a informação de natalidade, mortalidade, fecundidade, casamentos e outros acontecimentos vitais. De acordo com Levy (1980, p.87), “Países como Suécia, Holanda, possuem registros novos atualizados dia a dia sobre os eventos úteis dos seus habitantes, não sendo necessário o recenseamento”. Porém a maioria dos países não possui essa característica, sendo necessário fazer o recenseamento, e uma série de pesquisas e contagem intercensitária.

Alguns países europeus (Finlândia, Holanda, Noruega, Suécia), estabeleceram o chamado “Registro Permanente da População”. Esse registro gera um dossiê para cada indivíduo, sendo criado desde o nascimento até a sua morte, tornando-se possível um determinado nível de conhecimento da sua população (BEAUJEU-GARNIER, 1980).

do Nilo era fortemente povoado”. É importante salientar que o Egito deixou outras informações, principalmente aquelas que descreviam a fome, na qual reduzia a fecundidade e aumentava a mortalidade.

As pesquisas amostrais compreendem outra maneira de obtenção de dados da população, que visa o levantamento de informações básicas para o estudo do desenvolvimento sócio-econômico e apresentam tópicos relacionados com a população. Anualmente aplica-se um questionário padrão, registrando assim dados sobre a mão-de-obra, educação, saúde, migração, habitação, entre outros, como também levantam uma temática específica, como exemplo uma temática que visa falar sobre a agricultura. As pesquisas amostrais são importantes, uma vez que o censo demográfico não é feito todo o ano (IBGE, 2000).

Em relação às informações populacionais as técnicas de análise demográfica são essenciais ao estudo dos problemas do desenvolvimento econômico não só porque o elemento humano é fator central na interação entre crescimento demográfico e econômico, mas também como sendo essa junção importante para avaliar o desenvolvimento de uma determinada sociedade (TORRES, 1996).

Cada tipo de informação é relevante para o conhecimento da população. Muitas das vezes há causas de erros e inexatidão, tanto dos recenseamentos e registros civis. Os resultados de um recenseamento inadequado mais comum são as omissões de idade, estado civil. Na França foram verificados que pessoas jovens e mulheres omitem maiores informações. Outro caso seria o número exato de filhos, outro é o exagero dos mais velhos em relação à idade. Como exemplo pode-se citar o continente africano, onde em alguns lugares registram as crianças como nascidas “depois do incêndio” ou “antes da fome” (BEAUJEU-GARNIER, 1980).

Convém considerar que os dados censitários nos possibilitam trabalhar em diversas escalas geográficas, e dentro de várias ciências. Obtidos os dados censitários pode-se elaborar pesquisas a respeito da população, e a partir dos registros planejar padrão de atendimento em diversos setores da sociedade. Através dos diagnósticos censitários os governantes vêm sendo alertados sobre riscos sociais, favorecendo a reunião de políticas de população, útil ao planejamento sócio-econômico (ALVES, 2002).

Os Censos Demográficos no Brasil

De acordo com as Nações Unidas, citado por Hakkert (1986, p. 15), o censo “é um processo total de coleta, processamento, avaliação, análise e divulgação de dados demográficos, econômicos e sociais referentes a todas as pessoas dentro de um país ou de uma parte bem definida de um país num momento específico”. Estudar os censos demográficos é relevante, uma vez que os mesmos nos permitem analisar e interpretar a situação social, política, econômica e ambiental de um determinado país.

Segundo o IBGE (2000) o primeiro censo realizado no Brasil consta do período colonial, quando ocorreu a contagem da população brasileira em 1872. Foram realizados censos 1890, 1900 e 1920, 1940. Em 1910 e em 1930, não foram realizados os recenseamentos. O Brasil adotou os padrões internacionais apenas no censo demográfico de 1940. O estudo dos censos permite acompanhar o processo histórico da população brasileira e avaliar as tendências demográficas atuais do país.

A partir de 1940 o IBGE incorporou em seus questionários variáveis que identificavam maiores informações sociais, como a agricultura, indústria, comércio, transporte e comunicações, e serviços. No ano 1960 outras informações foram incorporadas como, atividades da construção civil, produção e distribuição de energia elétrica e do comércio e administração de imóvel (LEVY, 1980).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), criado em 1939 realiza um censo populacional a cada dez anos. Neste caso, vários tipos de dados sobre a população brasileira são coletados, além da simples contagem do número de habitantes. A cada cinco anos, no intervalo entre dois censos, o IBGE realiza uma contagem populacional, onde somente é registrado o número de habitantes por domicílio e algumas características demográficas, como sexo, idade e escolaridade. Essa contagem serve para atualizar os dados do último censo, já que em um intervalo de dez anos o país sofre várias transformações.⁴

⁴ Nos censos demográficos são coletadas informações a respeito das características dos moradores, que permitem determinar o perfil demográfico e socioeconômico da população do país e realizar estimativas, estudos e

Segundo Jannuzzi (2006, p.42) “O censo brasileiro é, em termos internacionais, um dos mais detalhados”, permitindo que suas informações sejam usadas para o planejamento e formulação de políticas locais. Para um maior nível de detalhamento das informações, o censo conta com uma equipe treinada, levando em conta a extensão territorial do país.

Diversas modificações ocorreram e continuam acontecendo nas várias edições do censo demográfico no Brasil. A qualidade vem melhorando significativamente, sendo utilizado como modelo para alguns países. Como esclarece Hakkert:

Até 1920 os censos compreendiam apenas o levantamento da população, sendo que, a partir daí, iniciaram-se os censos da agricultura e da indústria, completados em 1940 pelos censos social, comercial, de transporte e comunicações e de serviços (HAKKERT. 1996, p.28).

Discussões sobre as questões relacionadas à fecundidade, mortalidade, migrações, renda, setor agroindustrial, entre outras, são abordadas em recorrentes reuniões feitas pelo IBGE. As mudanças nos limites geográficos e/ou desmembramentos dos municípios também são levadas em conta quando é feito o censo. O recenseamento baseia no princípio nos questionários feitos pelo IBGE e não é diferente para os registros civis, pois os mesmos utilizam esse tipo de metodologia. É importante ressaltar que antes esses registros civis foram realizados pela igreja durante séculos.

O Censo Demográfico 2000 contém resultados de todo o território brasileiro e apresenta 510 variáveis que abrangem características dos domicílios, em especial dos domicílios particulares permanentes e características de indivíduos. Abrangeu pessoas residentes em domicílios do Território Nacional e, teve como referência o dia 1º de agosto de 2000, sendo que o IBGE trabalha com setores censitários.

diagnósticos com o objetivo de subsidiar o planejamento e o desenvolvimento de políticas e programas governamentais.

De acordo com o IBGE (2000) o setor censitário “é a unidade territorial criada para fins de controle cadastral da coleta”. Para o censo de 2000 o território foi dividido em 215 811 áreas contíguas, respeitando os limites da divisão político-administrativa: tanto da união quanto dos estados e municípios (unidades federativas, municipais, estaduais).

No Censo Demográfico 2000 utilizaram-se questionários básicos e da amostra, a partir dos quais se extraíram informações da população. Foram levantadas mais de 65 questões, contendo informações básicas, como idade, sexo, escolaridade, naturalidade, entre outros. O questionário básico foi aplicado em todos os domicílios, exceto onde foram aplicados os questionários da amostra. O questionário da amostra contém informações sociais, econômicas e demográficas dos moradores. Nos municípios com até 15 mil habitantes o questionário amostral foi aplicado em cada cinco domicílios e naqueles com mais de 15 mil habitantes foi aplicado a cada 10 domicílios (IBGE, 2000).

Foi analisado nos questionários se o domicílio é urbano ou rural, como também a população residente em imóveis particulares, sendo subdivididos em permanentes, e improvisados e coletivos. É preciso ressaltar que os domicílios são classificados em casa, apartamento e cômodo, esses podem ser próprios já quitados, próprios em aquisição, alugado, cedidos por empregado, cedidos de outra forma, outras condições.

Nesse levantamento censitário foram utilizadas modernas tecnologias, como por exemplo, o mapeamento digital dos municípios com mais de 25 habitantes, escaneamento e leitura ótica dos questionários, controle operacional via internet, entre outras tecnologias que possibilitaram aos usuários dos dados censitários e à sociedade, em geral, o acompanhamento de cada etapa da operação e o acesso aos resultados em curto prazo, por meio das mais modernas mídias de comunicação e disseminação de informações.

Segundo o IBGE (2000) o Censo de 2000 consolidou laços estatísticos entre os países do Mercosul Ampliado, que inclui os membros do Mercosul (Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, além de Bolívia e Chile) tendo como objetivo a padronização de conceitos e classificações

visando homogeneizar e fortalecer os sistemas estatísticos nacionais e criar uma base de dados comum aos censos dos seis países.

O censo demográfico de 2000 representou o desafio mais importante para o IBGE, sobretudo em consideração da dimensão territorial que possui o Brasil, com 8 514 215,3 km², composto por 27 Unidades da Federação e 5 507 municípios existentes na data de referência da pesquisa, abrangendo um total de 54 265 618 de domicílios pesquisados (IBGE, 2000).

A População e o Espaço Urbano

A área de estudo é a bacia hidrográfica do Córrego Cercadinho, localizada na região oeste de Belo Horizonte, integrando a bacia do Ribeirão Arrudas, afluente direto do Rio das Velhas/bacia do São Francisco. (Ver figura 1). A bacia hidrográfica do Córrego Cercadinho possui uma área de drenagem de 12,6 km². Suas nascentes estão localizadas próximas a BR040, compreendidas na Área de Proteção Especial (APE) Cercadinho. Na confluência do córrego Ponte Queimada com o Cercadinho já se percebe muitas edificações construídas em suas margens, em área prevista na planta oficial do loteamento para implantação de uma via sanitária. Trata-se de uma área considerada adequada a implantação de infra-estrutura urbana, com condições adequadas à ocupação e articulação viária interna e externa capaz de suportar adensamento populacional e expansão imobiliária.

Tendo em vista que as bacias hidrográficas estão inseridas em zonas que envolvem questões políticas, econômicas e sociais, observar como a população utiliza esse espaço é ponto relevante para entender as questões populacionais no Brasil juntamente com as questões ambientais, e como a mesma está interligada com as questões espaciais e o crescimento vegetativo nas grandes cidades (MARTINE, 1996).

A população inserida na área de estudo tem uma heterogeneidade, no que diz respeito ao poder aquisitivo. Determinados bairros, que apresentam uma população com poder aquisitivo elevado, como é o caso do bairro Belvedere e o outro cuja população tem um poder aquisitivo baixo, como observado no bairro Havaí. Essa questão é perceptível nos padrões habitacionais dos bairros

citados. Nesse caso é interessante citar que uma vez identificada a densidade demográfica da área, o estudo permitirá saber onde o risco ambiental é maior e qual população possui um maior risco.



Figura 1 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Cercadinho

Citando Santos (1996), Carlos (2006) comenta que o espaço é considerado com um fator, um instante da sociedade, e até mesmo um reflexo dessa sociedade, tendendo a apontar para o futuro. Assim para compreender a dinâmica populacional inserida nesse espaço, é preciso entender o processo de mudança e permanência do uso do solo em determinada fração do espaço urbano.

Entender como as cidades evoluem espacialmente em consequência a dinâmica, e como se encontra distribuído essa população dentro de uma bacia hidrográfica é ponto importante para relacionar as questões sociais e as questões de moradias, (co) relacionadas dentro da estrutura espacial na cidade.

Consideramos que, no contexto atual, de rápido crescimento urbano, e conseqüente aumento das interferências antrópicas no espaço, o processo de tomada de decisões exige soluções rápidas e precisas para problemas que envolvem um grande volume de dados com elevado grau de complexidade. Assim, existe a necessidade de disponibilizar dados sobre a densidade demográfica da população que reside na bacia em questão, essas informações padronizadas, proporcionam suporte técnico para variadas pesquisas em diversas áreas da ciência, tornando o processo de análise, planejamento e gerenciamento do espaço mais dinâmico.

Convém destacar também a importância do conhecimento e compreensão da distribuição física e zonal da população, nos vários setores urbanos, na tentativa de uma intervenção mais equilibrada do espaço urbano, visando a um melhor aproveitamento do espaço de forma compatível com as necessidades ambientais e dos seus habitantes. Nesse sentido, a bacia hidrográfica está inserida nesse espaço, e a mesma é considerada uma unidade ambiental, na qual a pressão demográfica nas grandes cidades muitas das vezes é intensa em suas proximidades. Desse modo o uso do sensoriamento remoto, permite a identificação de padrões, perfis sócio-demográficos fundamentais para o processo de planejamento do espaço urbano.

Modelo Espacial para Estimativa da Densidade Populacional em Área Urbana

O estudo das áreas urbanas requer um conhecimento atualizado e detalhado da distribuição espacial da população. Censos demográficos produzem informações da população dentro de uma unidade geográfica determinada. Assim mapas de densidade populacional podem ser derivados através do censo, informando a pressão demográfica e as necessidades em termos de infraestrutura. Contudo é necessário um maior nível de detalhamento intra-urbano, isso pode ser feito a partir da discriminação do espaço urbano, através da área de ponderação ou setor censitário.

A bacia hidrográfica do Córrego Cercadinho contém 72 setores censitários (Ver figura 2). O estudo do espaço urbano utilizando as técnicas de sensoriamento remoto vem permitindo identificar a diferenciação de áreas urbanas, caracterizadas por serem constituídas de alvos distintos, como por exemplo, concreto, pavimentos, solo exposto, edificações com diferentes tipos de cobertura, área de vegetação, etc.

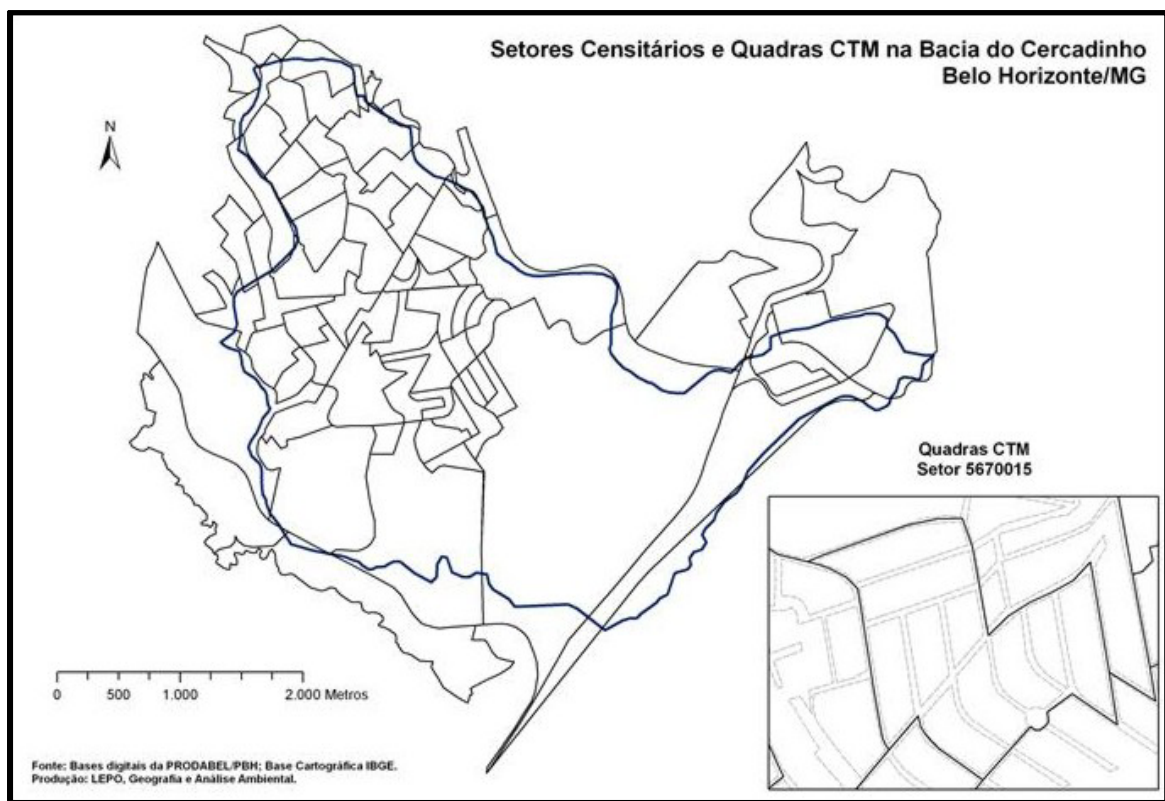


Figura 2- Mapa de limite da Bacia Hidrográfica do Córrego Cercadinho e seus 72 setores censitários

Há algumas décadas, o desenvolvimento tecnológico e científico na área de sensoriamento remoto trouxe uma nova alternativa para a solução do problema de estimativas de populações através do uso de imagens de satélite e fotografias aéreas. Por meio das técnicas do sensoriamento remoto, podem ser criados modelos de densidade demográfica, para avaliar a distribuição espacial em uma escala mais ampla.

Um modelo de densidade demográfica serve para analisar espaços organizados e ordenar questões relacionadas ao planejamento urbano. Esse modelo gerado através do uso do sensoriamento remoto revela uma extensa série de resultados. Por exemplo, pode-se relacionar o número de população com os futuros aumentos populacional da área estudada ao grau de pressão sobre a terra, como verificar também o tipo de habitação, fazendo uso de tal tecnologia. (CHORLEY; HAGGET, 1975).

Dados censitários, não apenas no Brasil como também em outros países, são praticamente as únicas fontes comparáveis de dados demográficos e sócio-econômicos para grandes áreas. Do mesmo modo, imagens de satélite são virtualmente as únicas fontes de dados da cobertura terrestre para grandes extensões geográficas. A junção dos censos com as tecnologias do SIG, permite a representação dos dados através de modelos, mostrando as representações simplificadas da realidade, tendo como vantagens a possibilidade de testar e avaliar o modelo produzido (ALVES, 2002).

A diferenciação residencial no espaço urbano associado a um Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite a apreensão de sua distribuição espacial e sua interação com a caracterização socioeconômica da população urbana, localizando com precisão em que parcelas da área urbana devem ocorrer ações planejadas. Dessa forma, a utilização de sensores remotos de alta resolução espacial possibilita um monitoramento mais freqüente, eficaz, e com menos recursos financeiros.

O modelo em questão permite identificar áreas que possuem características de ocupação residencial semelhantes, sendo que essa semelhança foi lhe atribuído pesos, permitindo localizar na bacia hidrográfica do Córrego Cercadinho a densidade demográfica intra-urbano, a partir da interpretação visual de dados orbitais de satélite de alta resolução espacial e dos setores censitários do IBGE 2000. O modelo de densidade populacional elaborado através do uso de imagens de satélites não pretende substituir o censo demográfico, e sim complementá-lo. Como por exemplo, entre dois censos, a análise de imagens de satélite permite atualizar informações demográficas a menor custo, fornecendo descrições dos diferentes bairros e planejar o próprio censo.

Materiais Utilizados e Operacionalização Metodológica do Modelo

A bacia do Córrego Cercadinho, localizada na região oeste de Belo Horizonte, integra sistema Arrudas/Rio das Velhas/São Francisco, de divisão territorial do Censo de 2000, compreende um total de 72 setores censitários, compreendidos total ou parcialmente em seus limites físicos (Ver figura 2). A partir dos estoques em 2000 foi possível estimar a população residente em 2006, tendo como referência a taxa geométrica de crescimento médio (TGCM) do município de Belo Horizonte. Dessa forma teve uma estimativa da população residente, para cada setor, no ano de obtenção da cena da imagem utilizada (sistema Quickbird, modo pancromático e multiespectral, com resolução espacial aproximada de 0,6 e 2,4m, respectivamente). A análise combinada dessas bases digitais (dado vetorial/setor e matricial/imagem) permitiu avaliar a dentro do setor, o que permitiu diferenciações no nível de quadras.

Em um primeiro momento foram identificadas as *zonas urbanas antropizadas*, excluídas as áreas verdes e de solo exposto. Para tanto, utilizou-se da metodologia de classificação supervisionada por pixel utilizando das ferramentas do software Spring 5.0 (tamanho do pixel: 2,4 m, resolução da imagem multiespectral). Em seguida, a partir desse primeiro filtro, foram identificadas as manchas urbana de uso residencial de acordo com bases digitais referentes as quadras CTM e a frente de lotes, produzidas e cedidas pela PRODABEL/PBH. Essas bases permitiram identificar as quadras conforme uso predominante, discriminados nas seguintes tipologias: 1) áreas residenciais com até 3 pavimento; 2) áreas residenciais entre 3 e 7 pavimentos; 3) áreas residenciais com mais de 7 pavimento e 4) áreas comercial/serviços/indústria. Para cada um desses tipos foram estabelecidos, respectivamente, os seguintes pesos, 2, 3, 5 e 1.

Dessa forma, cada uma das quadras, organizadas em formato vetorial, foi identificada por um peso específico, estabelecido conforme predominância de uso extraída do arquivo referente a frente do lote. Na seqüência o arquivo de lotes foi convertido em formato matricial (mantendo o pixel de 2,4m), o que permitiu identificar para cada setor o número total de células que integravam as áreas consideradas residenciais. Essa seleção permitiu, utilizando-se de álgebra simples, distribuir a população total do setor por pixel, conforme representado na expressão abaixo:

$$P(x) = \sum_{n=1}^{\infty} (p_1)(nc_1) + \sum_{n=1}^{\infty} (p_2)(nc_2) + \sum_{n=1}^{\infty} (p_3)(nc_3) + \sum_{n=1}^{\infty} (p_5)(nc_5)$$

$P(x)$ = população no setor x

$(p_n)(nc_n)$ = produto da população de cada célula pelo nº de células no setor x

Por último, foram selecionados apenas os pixels inseridos dentro dos limites da bacia, conforme valor de densidade calculado em etapa anterior. Dessa forma, estimar a população residente em cada uma das células (pixels), identificando espaços mais ou menos denso no interior da bacia (ver figura 3).

Análise dos resultados e considerações sobre o modelo

De modo geral, pode-se observar uma forte concentração populacional nos bairros Buritis e Estoril, sendo importante ressaltar que essa pressão demográfica vem intensificando. Também se observa no modelo uma forte concentração populacional nas porções setentrionais, mais precisamente nos bairros Buritis, Estoril, Palmeiras e Havaí. A montante da bacia a pressão demográfica não é tão intensa, isso se deve pelo fato de termos uma grande área não ocupada, que no caso é a Área de Proteção Ambiental da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), localizada na porção SE da bacia.

Os procedimentos utilizados para a obtenção do modelo de densidade demográfica foram considerados satisfatórios, o que permitiu identificar, com razoável precisão, a concentração da população em escala elevada. No entanto, alguns pontos merecem ser mencionado, como a definição arbitrária dos pesos referentes ao uso predominante das quadras. Outro aspecto refere-se à disponibilidade de dados demográficos por setores atualizados para os períodos intercensitários.

Nessa pesquisa foi necessário estimar a população para 2006, o que levou a distorções sobretudo em áreas de expansão nos últimos anos. Como os dados populacionais são feitos de uma projeção

para 2006, é relevante mencionar que algumas áreas chegaram a ter um crescimento superior a média de estimativa populacional para Belo Horizonte, um dos bairros que a média é superior é o Belvedere.

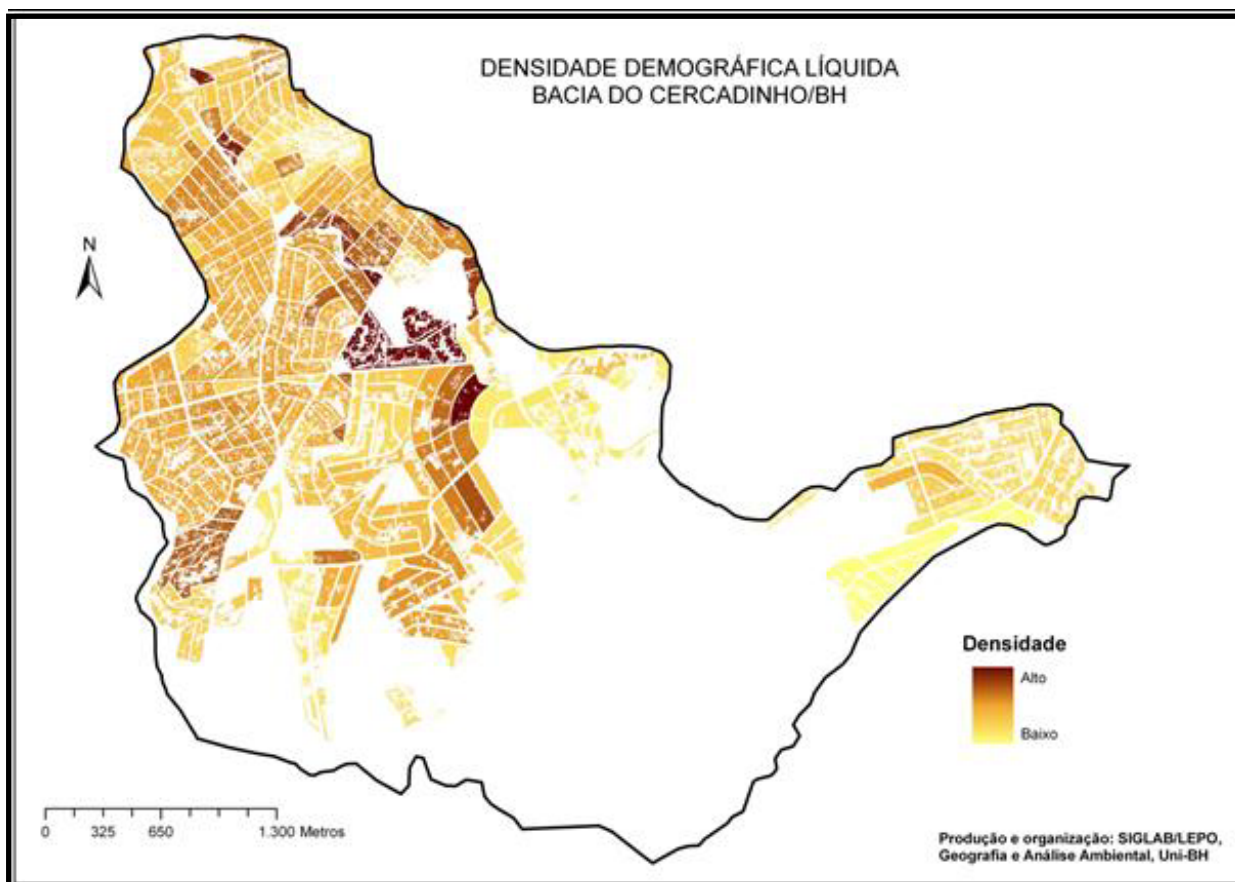


Figura 3 – Mapa do modelo de densidade demográfica líquida

Para possíveis pesquisas o modelo elaborado pode ser utilizado para cruzar mapas de riscos ambientais, uma vez que o modelo identifica as áreas de maiores concentração populacional. Os resultados obtidos nesta pesquisa, a respeito da densidade demográfica líquida através do uso dos setores censitários e o uso da imagem digital de alta resolução espacial foram considerados satisfatórios, uma vez que o modelo se aproxima da real distribuição da população no espaço.

Considerações Finais

O conhecimento detalhado do ambiente urbano é importante para um planejamento adequado à realidade do local. Ressalta-se que a área de estudo localiza-se em uma área ambientalmente frágil, que está sofrendo um processo intenso de ocupação. A utilização de produtos orbitais de sensoriamento remoto, como a imagem de satélite de alta resolução espacial, mostrou-se eficiente para a discriminação das unidades residenciais intra-urbanas.

Através do modelo elaborado, foi possível agregar e analisar informações como o número médio de habitantes por domicílio e a densidade habitacional em cada setor censitário. As informações sobre a densidade demográfica contribuem como subsídio para políticas sócio-ambientais, abrindo-se uma perspectiva de planejamento no quais os setores censitários podem ser adotados para auxiliar na gestão e planejamento do espaço urbano.

A análise espacial da densidade demográfica através do uso de tecnologia de geoinformação como é o caso do sensoriamento remoto evidencia novos caminhos metodológicos no tratamento dos dados geográficos e se constituem em uma porta de renovação de métodos de análise e de síntese dos dados espaciais com grande eficiência e utilidade para a geografia e o planejamento urbano.

A estimativa da densidade populacional utilizando imagens de satélite abre uma nova área dentro do sensoriamento remoto. Porém, no caso de populações, este relacionamento é ainda mais tênue. Por exemplo, as falhas existentes nas reflectâncias no que diz respeito às informações existentes sobre estruturas urbanas, como altura e tipo de habitação, causam problemas para estimar a população em áreas de alta densidade populacional. No trabalho em questão um dos grandes problemas foi o fato de estimar uma variável quantitativa como tamanho de população através da dimensão espacial de uma imagem. Para melhores resultados recomendam-se um trabalho em nível de lote e não de quadra, para obtenção de um maior detalhamento.

Referências Bibliográficas

ALVES, Humberto Prates da Fonseca. **População e Desmatamento no Vale do Ribeira**: integração de dados censitários com dados de sensoriamento remoto dentro da estrutura de um sistema de informação geográfica (GIS). In: Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, XIII, 2002, Ouro Preto, MG.. Disponível em <www.abep.nepo.unicamp.br>, acesso em 25 de agosto de 2008.

BEAUJEU-GARNIER, Jacqueline. **Geografia de população**. 2. ed. São Paulo: Editora Nacional, 1980. 437 p.

CAMARGOS, de Cândido Procópio F. *et al.* Natureza e fonte dos dados demográficos. – Santos, Jair L. F. (org). **Dinâmica da População**: teoria, métodos e técnicas de análise. 1. ed. São Paulo: T.A. Queiroz, 1980.

CARLOS, Ana Fani A.. **Ensaio de geografia contemporânea**: Milton Santos : obra revisitada . São Paulo: Hucitec, 1996. 332 p.

CHORLEY, Richard J., HAGGET, Peter: tradução de MEDEIROS, Arnaldo Viriato. **Modelos sócio-econômico em geografia**. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1975.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 1995.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**. IBGE, Rio de Janeiro, 2000.

JANNUZZI, Paulo de Martino. **Indicadores sociais no Brasil**: conceitos, fontes de dados e aplicações para - formulação e avaliação de políticas públicas - elaboração de estudos socioeconômicos. 3. ed. Campinas: Alínea, 2006. 141 p.

LEVY, Maria Stella Ferreira *et al.* Natureza e fonte dos dados demográficos. – Santos, Jair L. F. (org.). **Dinâmica da População**: teoria, métodos e técnicas de análise. 1. ed. São Paulo: T. A. Queiroz, 1980. In:

HAKKERT, Ralph. **Fontes de dados demográficos**. Belo Horizonte: ABEP, 1996.

MARTINE, George. **População, meio ambiente e desenvolvimento**: verdades e contradições. 2. ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 1996. 207 p.

NAZARETH, J. Manuel. **Introdução à demografia**: teoria e prática. 2. ed. Lisboa: Presença, 2000. 194 p.

ROCHA, Cezar Henrique Barra. **Geoprocessamento**: tecnologia transdisciplinar. Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000.

TORRES, Adelino. **Demografia e desenvolvimento**: elementos básicos. Lisboa: Gradiva, 1996. 168p.