

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

VANIA MARIA DE OLIVEIRA

Superfícies impermeáveis: estudo na cidade de São José dos Campos com
imagem QuickBird

SÃO PAULO, 2017

VANIA MARIA DE OLIVEIRA

Superfícies impermeáveis: estudo na cidade de São José dos Campos com
imagem QuickBird

Trabalho de Graduação Individual
apresentado ao Departamento de
Geografia para obtenção de título de
Geógrafo.

Professor Doutor Orientador: Fernando
Shinji Kawakubo

SÃO PAULO, 2017

Agradecimentos

À Deus, aos meus pais e madrinha Edna, Luiz e Elizabeth pelo apoio, paciência, orações e por toda a confiança que vocês tem em mim.

Ao meu orientador que com muita paciência e prestatividade em me ajudar fez isso ser possível então pouco tempo e por compreender uma pessoa desorganizada e sumida como eu.

A todos os Professores da graduação por todo o conhecimento e aprendizado que tive em toda a minha formação acadêmica, profissional e pessoal. Tenho admiração e respeito pelo esforço e trabalho de vocês mesmo diante de todas as adversidades que encontram.

Ao meu companheiro e amigo Nicolas por todos os conselhos, palavras duras, apoio e carinho nesta nossa jornada.

Aos meus amigos que me acompanharam em toda a graduação e que com certeza me acompanharam para toda a vida, em especial a Ariane, Amanda e Adriana.

Por fim, aos queridos professores voluntários do CASD Vestibulares por ter me dado à oportunidade de estudar e entrar na USP, e as queridas assistentes sociais da SAS por ter me dado à oportunidade de continuar na graduação e pelo apoio antes, durante e depois das bolsas.

Sem todos vocês viver o que vivi continuaria sendo um sonho.

Resumo

Este trabalho pretende avaliar as superfícies impermeáveis na cidade de São José dos Campos utilizando uma cena do sensor QuickBird do ano de 2010. Para tanto foram escolhidos os bairros: Eugênio de Melo, Galo Branco, Campo dos Alemães e Mirante/Buquirinha, todos esses bairros apresentam casos de enchentes e inundações mapeados pela Defesa Civil de São José dos Campos e por pesquisas realizadas na Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP). Diversas pesquisas avaliam que as superfícies impermeáveis podem causar impactos negativos nas bacias hidrográficas, com possíveis contaminações, também esta relacionado à inundação, crescimento da temperatura urbana e processos de erosões na chegada do escoamento, além de aumentar o escoamento superficial podendo causar enxurradas e impactos estruturais urbanos. Neste exercício de mapeamento, propõe-se avaliar as áreas impermeáveis em relação aos limites administrativos dos bairros, tornando-se um meio para investigar a causa desses processos. Como primeira etapa foi realizada um levantamento da base cartográfica, das imagens e posterior mapeamento utilizando técnicas de interpretação visual e delimitação de feições. Para a segunda etapa é elaborado o mapa de impermeabilização e confrontado com as áreas totais dos bairros. Ao final deste mapeamento indicamos que a impermeabilização de áreas, que provoca maior escoamento superficial, é um dos grandes fatores para aceleração dos processos erosivos e pelo aumento das inundações ocorridas no local, além de haver altas taxas de impermeabilização. A evolução do crescimento urbano precisa ser observada, pois grande parte do abastecimento de água depende do uso de poços profundos do Aquífero da Bacia de Taubaté. Por fim o estudo de áreas impermeáveis é um importante instrumento de gestão pública utilizando dados de sensoriamento remoto.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto – urbanização – impermeáveis – mapeamento.

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| FIGURA 1- MAPA DE LOCALIZAÇÃO SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP | 3 |
| FIGURA 2 - MAPA DAS SUPERFÍCIES IMPERMEÁVEIS - BAIRRO CAMPO DOS ALEMÃES. ELABORAÇÃO: OLIVEIRA (2017) | 12 |
| FIGURA 3- MAPA FEIÇÕES EROSIVAS IDENTIFICADAS NO BAIRRO CAMPO DOS ALEMÃES - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS / SP. ELABORADO POR: OLIVEIRA (2017) | 13 |
| FIGURA 4: MAPA DE SUPERFÍCIES IMPERMEÁVEIS BAIRRO EUGÊNIO DE MELO E GALO BRANCO - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS/SP. ELABORADO POR OLIVEIRA, 2017 | 14 |
| FIGURA 5: MAPA DE SUPERFÍCIES IMPERMEÁVEIS BAIRRO MIRANTE/ BUQUIRINHA - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS/SP. ELABORADO POR OLIVEIRA, 2017..... | 15 |

Lista de Fotos

| | |
|--|----|
| FOTO 1: INUNDAÇÃO NO BAIRRO MIRANTE DO BUQUIRINHA. FONTE:ALVES/SIGMAPRESS/ESTADÃO CONTEÚDO | 16 |
| FOTO 2: MORADORES DO BAIRRO BUQUIRINHA, EM SÃO JOSÉ, LIMPAM AS CASAS APÓS ENCHENTE. FOTO: WENDELL MARQUES/ O VALE | 16 |

Sumário

| | |
|---|----|
| 1.0 – Introdução..... | 1 |
| 2.0 – Caracterização da área de estudo..... | 2 |
| 2.1 – Aspectos Históricos..... | 3 |
| 2.2 - Aspectos físicos..... | 6 |
| 3.0 – Fundamentação Teórica e Metodologia | 7 |
| 4.0 – Análise..... | 11 |
| 4.1 – Bairro Campos dos Alemães | 11 |
| 4.2 – Eugênio de Melo / Galo Branco | 13 |
| 4.3 – Mirante / Buquirinha | 14 |
| 5.0 - Conclusão..... | 16 |
| 6.0 – Bibliografia | 17 |

1.0 – Introdução

Neste trabalho vamos analisar a impermeabilização de áreas no município de São José dos Campos utilizando dados de sensoriamento remoto de alta resolução espacial.

Para fazer esta avaliação foi necessário buscar em diversas fontes estudos sobre o uso de sensoriamento remoto para analisar superfícies impermeáveis e seus impactos, também foi utilizado o banco de dados municipal intitulado Cidade Viva de 2014.

As superfícies impermeáveis se definem segundo Arnold & Gibbons (1996) como qualquer material que barra a infiltração de água no solo, como calçadas, estradas, construções, solos compactados, entre outros. Altas porcentagens de áreas impermeáveis alteram a dinâmica natural da paisagem e, principalmente, a dinâmica da água no ambiente.

A impermeabilização dos solos é um dos efeitos mais marcantes do processo de urbanização e expansão das cidades, e pode trazer diversos impactos negativos para a vida da população como: mudança na infiltração e no escoamento superficial das águas, aumento da temperatura do ambiente, contaminação das águas, impactos negativos na qualidade das águas superficiais, diminuição na recarga dos aquíferos, entre outras.

Para São José dos Campos identificar as áreas com maior porcentagem de impermeabilização e como este fator impacta nas mudanças do fluxo hidrológico local é ainda mais relevante, pois a maioria dos bairros são abastecidos com captação de água em poços profundos. Nos bairros escolhidos para a pesquisa (Eugênio de Melo, Galo Branco, Campo dos Alemães e Mirante/Buquirinha), além de haver casos de inundações (PERELLA & FERREIRA, 2002), toda a sua população é abastecida por poços profundos provindo do Aquífero da Bacia Terciária de Taubaté (RUZISKA & SUGUIO, 2008)

Portanto, o estudo das superfícies impermeáveis não só é importante para prever os impactos materiais e humanos causados pelas enxurradas,

erosões e possíveis inundações, mas também pelo impacto na recarga e contaminação do Aquífero que é usado para abastecimento da população.

O sensoriamento remoto pode prover dados para confecção de mapas de superfícies impermeáveis e, também, para entender a dinâmica urbana, com o lançamento de sensores de alta resolução espacial foi possível atender aos estudos urbanos com dados orbitais. Neste estudo usamos técnicas de interpretação visual, identificando os padrões de cor, textura, forma e contexto dos objetos. Utiliza-se também muitas técnicas de classificação automática de imagens, orientado objeto e pixel, contudo nesta pesquisa foi escolhida a técnica de interpretação visual, por se tratar de áreas pequenas, sem necessidade de atualização rápida para fins de ação governamental.

Por fim, diante da importância de obter informações das superfícies impermeáveis em áreas urbanas, este trabalho tem como objetivo mapear as superfícies impermeáveis nos bairros: Eugênio de Melo, Galo Branco, Campo dos Alemães e Mirante/Buquirinha utilizando de técnicas e produtos de Sensoriamento Remoto.

2.0 – Caracterização da área de estudo

O município de São José dos Campos localiza-se no Estado de São Paulo, na região denominada Vale do Paraíba. As margens da Rodovia Presidente Eurico Gaspar Dutra, um dos principais eixos do país, pois se localiza entre São Paulo e Rio de Janeiro. A cidade tem proximidade com dois portos importantes o de São Sebastião e Santos, ambos no Estado de São Paulo.

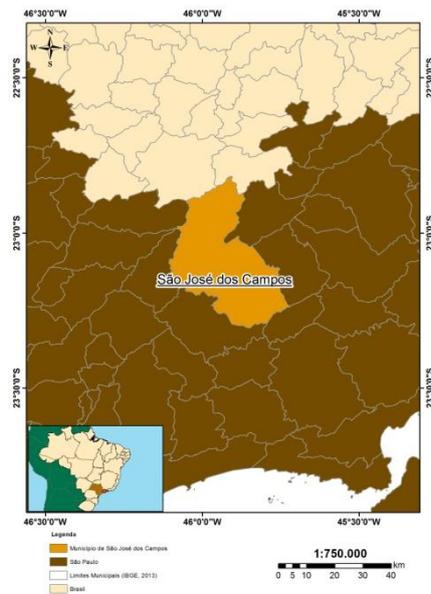


Figura 1- Mapa de Localização São José dos Campos - SP

O município de São José dos Campos é uma das principais economias do Vale do Paraíba com grandes plantas industriais e boa infraestrutura abriga diversas empresas internacionais e nacionais de grande porte, entre elas as que se destacam são: General Motors e Embraer. O município também concentra vários institutos militares, como o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA), Instituto de Estudos Avançados (IEAV) e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA).

2.1 – Aspectos Históricos

A cidade nasceu por meio de uma fundação de um aldeamento indígena comandados por padres jesuítas e posteriormente sob administração civil. Existem diversas inconsistências e teorias a cerca de quem é o fundador da cidade, dentre os nomes estão o padre jesuíta José de Anchieta e o padre também pertencente à Companhia de Jesus Manuel de Leão, o que sabemos é que a fundação da Aldeia de São José esta ligada a atuação da Companhia de Jesus e na criação de gado.

No século XVIII, em 1767, foi criada a Vila de São José do Parahyba. Mesmo sem ter condições estruturais para erigir a condição de Vila, assim foi feito, pois a Coroa Portuguesa precisava de população e mantimentos para os militares que lutavam na Colônia de Sacramento no Sul e também para povoamento e ocupação do território.

“Na segunda metade do século XVIII o aldeamento de São José do Parayba possuía uma reserva de mão de obra indígena que interessava à Coroa portuguesa, tendo em vista que tal força de trabalho foi utilizada nos exércitos, na produção agrícola e como barreira nas fronteiras do sul do Brasil Colônia (PAPALI & ZANETI, 2008, pág 77).”

Então a principal política foi catequizar os indígenas e os “civilizar” para que se tornassem servos da coroa, ou seja, foi uma maneira da coroa impor seu território e sua administração.

Após a consolidação da área de São José dos Campos, foi dado o início a consolidação da Vila, e posterior cidade. Desde seu início São José dos Campos teve forte intervenção de capitais nacionais e internacionais, e têm primeiro nos incentivos municipais e depois do Estado e União sua base estruturadora. Diferente de algumas cidades no Vale do Paraíba, a cidade não foi marcada por ser um pólo durante o período cafeeiro, muito pelo contrário, era uma cidade que não participava do complexo cafeeiro.

“A industrialização de São José dos Campos, de um começo tímido na década de 20, passou a uma aceleração quantitativa e qualitativa com o crescimento do número de indústrias de alta tecnologia a partir de 40.” (Lessa & Zaneti, 2008, pag. 120).

A Fase Sanatorial, últimas décadas do século XIX, da cidade foi marcada pelos investimentos em infraestrutura de serviços, muitos dos pacientes, dentre eles temos os médicos italiano João Guilhermino, Mário Nunes Galvão, Gaspar Barbosa de Rezende e Nelson Silveira D’Ávila, se tornaram parte da história de São José dos Campos por participarem de diversos aspectos da vida da cidade como científicos, sociais e políticos. (Cesco, 1992), eram provindos da cidade de São Paulo, que na época já tinha uma excelente infraestrutura urbana para atender os barões do café e mercadores, ainda no século XIX a forma urbana mudou drasticamente e sua fama se espalhou por ter bons ares e poder curativos para tratar tuberculoso pulmonar:

“Tranquila era a cidade, e o clima com fama de remédio eficiente contra a tuberculose, passava a ocupar um lugar de destaque não só no

Estado de São Paulo, como também em todo o país (Cesco, 1992, pág.16).”

Nesta fase de final do XIX e meados do XX, houve intervenções do Estado, e a cidade recebeu diversas ações de políticas públicas e investimentos. A começar com a cidade ser transformada em Estância Climatérica e a política de zoneamento da cidade, que foi dividida em zona comercial, residencial, sanatorial e industrial.

O principal objetivo do zoneamento era deixar os doentes na periferia, e fazer alterações nas ruas e avenidas da cidade, muitas casas e ruas foram transformadas, dando lugar a vias mais amplas e diversas ruas de acesso, melhorando a circulação de mercadorias e acesso delas aos pacientes, médicos, enfermeiros, entre outros e facilitando a saída da incipiente produção industrial. Nesta fase a receita de São José dos Campos ultrapassava a principal cidade do Vale desde o café, Taubaté. São José dos Campos recebeu muitos doentes, alguns deles com formação técnica ajudaram a construir estradas e sua infraestrutura.

Durante o Governo Vargas passou a ser adotado o modelo *Tennessee Valley Authority* (TVA), a bacia hidrográfica tornou-se referência territorial, assim o primeiro Plano para o Vale do Rio Paraíba começou em 1938, durante o governo Adhemar de Barros, chamada de Lei de Reerguimento do Vale do Paraíba. O Instituto Agrônomo de Campinas fez um estudo apontando a vocação para produção de gado e leite e para a formação de um cinturão verde para a cidade de São Paulo e, conseqüentemente, por sua proximidade com a Capital Paulista e o Estado do Rio de Janeiro a implantação de indústrias. Também foram incluídos planos para o aproveitamento do potencial hidroelétrico do Paraíba e para a navegação.

A instalação do Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA), feito pelo Governo Federal em 1946, consolida a importância estratégica que o Vale do Paraíba assume, e principalmente a posição geográfica de São José dos Campos. Na cidade foi feita a construção da Avenida Nelson D'Ávila que liga o centro da cidade ao CTA, marcou um novo eixo de crescimento e expansão da cidade. O projeto do CTA assinado por Oscar Niemayer tornou-se referência

arquitetônica para São José dos Campos, e também foi um atrativo para diversos arquitetos e paisagistas fazerem seus projetos e intervenções na cidade. A propaganda e exposição de São José dos Campos foram de que a cidade era um grande projeto para a modernidade e indústria.

O eixo de crescimento partindo do eixo urbano Centro-CTA passou a direcionarem-se para a Rodovia Dutra, grandes empresas multinacionais se instalaram a margem da Rodovia. Se na fase sanatorial a cidade atraía pelos bons ares, na década de 1950 e 1960 a cidade atraía pela construção de infra e superestrutura. Neste contexto, foi elaborado o Primeiro Plano Diretor de São José dos Campos (1954 -1958), preservaram a zona habitacional e direcionaram o uso industrial indicando áreas para expansão e regulamentação de loteamentos, o sentido do crescimento urbano foi o da Dutra.

Instalaram-se várias empresas multinacionais e nacionais na região entre 1940 e 1970, dentre elas, a General Motors, Eaton, Bendix Applicances do setor de eletrodomésticos, Kanebo do setor têxtil, a AVIBRÁS, INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espacial) e EMBRAER. Assim São José dos Campos se destacou nos setores aeronáutico, bélico e espacial, consolidando o projeto modernista e desenvolvimentista.

São José dos Campos tornou-se um pólo industrial do Vale do Paraíba, sendo pioneiro na regulamentação do uso do solo e do zoneamento municipal. É importante ressaltar que São José sofreu e ainda sofre com o crescimento desordenado, sobretudo com a falta de infraestrutura sanitárias e ambiental, já que uma de suas políticas, baseada no TVA, foi construir avenidas de acesso nas várzeas, soterrar rios e ocupar cabeceiras.

2.2 - Aspectos físicos

O clima é caracterizado como sendo subtropical, super úmido com subsecas (NIMER, 1989) amplo domínio de sistemas extratropicais em qualquer estação e a atividade frontal na gênese das chuvas. O relevo também exerce papel importante na direção dos fluxos atmosféricos, a trajetória da corrente polar coincidente com o posicionamento orográfico da Mantiqueira e Serra do Mar (SW-NE) (Conti,1975). A precipitação média é de 1400 mm, as

chuvas se concentram nos meses de dezembro janeiro e fevereiro (CEPAGRI, 2017).

De uma forma geral para a geologia regional a área de estudo esta inserida na região de Dobramento Sudeste (SCHOBENHAUS et al, 1984 in Côrrea, 2013). Para Riccomini et al (2004) a área esta na Província da Mantiqueira, possuindo o embasamento cristalino, rochas granitoides, rochas sedimentares da Bacia de Taubaté e os sedimentos quaternários.

Segundo Ross e Moroz (1997) a região esta inserida na Unidade Morfoestruturais Cinturão Orogênico do Atlântico e Bacia Sedimentar Cenozóica. Como unidade Morfoescultural o Planalto Atlântico que são as Serras da Mantiqueira, Planalto de Paraitinga, Paraibuna, Médio Vale do Paraíba. A Bacia sedimentar tem como unidade morfoescultural a Depressão do Médio Paraíba. De maneira geral os solos são arenosos e pouco argilosos o que favorece a infiltração das águas pluviais, as características de solos da região é muito importante para alimentar o Aquífero da Bacia de Taubaté que é muito importante na região por ser um dos principais provedores de água para a população. Nos bairros que focamos no mapeamento (Eugênio de Melo, Galo Branco e Mirante/Buquirinha) são abastecidos através de sistemas de poços profundos extraídos do Aquífero (RUZISKA & SUGUIO, 2008). Nas regiões declivosas é predominante o escoamento superficial.

O principal rio do Vale do Paraíba é o Rio Paraíba do Sul, perfaz um percurso de 1.137 km até o Oceano Atlântico, percorre o Estado de São Paulo e Rio de Janeiro. Seu comportamento é meandrante em quase todo o percurso e sua área de drenagem é de 55.500 km².

De modo geral a vegetação é composta por Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e fragmentos de cerrado (Sinbiota Fapesp, 2017).

3.0 – Fundamentação Teórica e Metodologia

O Sensoriamento Remoto teve sua origem em um artigo de 1960 feito pelo grupo *Office of Naval Research (ONR) Geography Branch* (Jensen, 2011) o termo fotografia que significa escrever com luz já não fazia mais sentido ser

usado, pois as pesquisas avançavam para imagens também em outras faixas do espectro eletromagnético e não só no visível, portanto precisava de outro termo para designar as novas pesquisas que não só utilizavam aviões mas também a possibilidade de monitorar e gerar dados em plataformas espaciais.

Para Jensen (2011) podem existir duas definições de sensoriamento remoto uma bem generalista e outra menos abrangente, respectivamente:

“Sensoriamento remoto é a aquisição de dados sobre um objeto sem toca-lo... [...]... sensoriamento remoto é o registro da informação das regiões do ultravioleta, visível, infravermelho e micro-ondas do espectro eletromagnético, sem contato, por meio de instrumentos tais como câmeras, escâneres, lasers, dispositivos lineares e/ou matriciais localizados em plataforma tais como aeronaves ou satélites, e a análise da informação adquirida por meio visual ou processamento digital de imagens.” (Jensen 2011 pág. 4).

Para Ponzoni et al (2015) e Novo (2012) o sensoriamento remoto nada mais é que a interação entre uma fonte, sensor e objeto/alvo com a energia eletromagnética, ou seja, um conjunto de tecnologias que fazem uso da interação entre a energia eletromagnética e os objetos para aquisição de dados.

Definidos o que é o sensoriamento remoto, a utilização dessas tecnologias podem ser usadas para extração de informações de diversas áreas do conhecimento, estudo de barragens, biologia, vegetação, desmatamento, políticas públicas, planejamento territorial entre outras.

Desde a década de 90, principalmente, a partir dos estudos de Arnold & Gibbons (1996) a impermeabilização dos solos vem sendo estudada como um fator de impacto no ambiente urbano causando enchentes, assoreamentos, contaminação química das águas, entre outras, os dados de sensoriamento remoto são utilizados devido ao grande recobrimento espacial que elas proporcionam podendo analisar tanto localmente quanto regionalmente uma região, além de diminuir idas a campo e tempo de pesquisa e ação.

Segundo Arnold & Gibbons (1996) as superfícies impermeáveis podem ser definidas como qualquer material que impeça a infiltração da água no solo.

Essas superfícies podem ser telhados, calçadas, rodovias, superfícies pavimentadas e afloramento de rochas, para este trabalho não foi considerado superfície impermeável solos compactados. Segundo esses autores após a consolidação dos meios rodoviários e do uso do carro em detrimento do transporte rodoviário, principalmente no Brasil, muitas das cidades cresceram a partir destes eixos vindos da ampliação das rodovias e da chegada do asfalto a uma determinada região, este é o caso de São José dos Campos, que após a Rodovia Dutra teve seu eixo de expansão urbana direcionado pela Rodovia. Arnold & Gibbons (1996) aponta que as superfícies impermeáveis não são apenas indicadoras de urbanização, mas também um fator de impacto ambiental. O impacto mais direto da impermeabilização do solo são as mudanças no regime hidrológico. Tucci (1997), diz que a redução da infiltração impacta na recarga do lençol freático e diminui a vazão dos rios. O escoamento superficial aumenta a magnitude e frequência de inundações, pois o volume de água que deixa de infiltrar fica na superfícies, e é escoado em meios menos rugosos que aumentam a velocidade do fluxo de deslocamento e as vazões máximas (Tucci, 1997).

Nos centros urbanos as superfícies impermeáveis alteram no fluxo de calor causando ilhas de calor, superfícies impermeáveis e o aumento de temperatura estão relacionados ((Yaun & Bauer, 2007), (Weng et al, 2006), (Mingjie, 2010), (Ibrahim et al, 2010)). Liu et al (2016), quantifica as áreas e temperaturas nas superfícies urbanas, e também utiliza das porcentagens de impermeabilidade para delimitar e entender os fluxos de energia nas cidades.

As águas também sofrem os impactos negativos da impermeabilização, não só no sentido físico (velocidade de escoamento), mas também químico. A impermeabilização de áreas tem uma relação direta com a qualidade x deterioração da água (ARNOLD & GIBBONS, 1996; AMIRSALARI et al, 2013). Qualidade da água e porcentagem de cobertura impermeável presente nas bacias hidrográficas tem grande correlação,. SCHUELER (1994) *in* ARNOLD & GIBBONS (1996) revela que a degradação ambiental podem ocorrer em níveis baixos de impermeabilização do solo, que pode variar de 10 a 20%.

ARNOLD & GIBBONS (1996), agrupam o planejamento em 3 categorias: o nível regional, o de nível local e o da regularização.

Para o nível de planejamento regional não precisa seguir os limites políticos e administrativos, no exercício de mapeamento deste trabalho para os bairros Campo dos Alemães e Eugênio de Melo foram seguidos os padrões de limite administrativo cedido pelo banco de dados Municipal Cidade Viva (2014). Nesta escala a principal medida é manter a cobertura vegetal e/ou ampliá-la para impedir o aumento do escoamento superficial.

O nível local, foca em intervenções de proteger a cobertura vegetal e ações para impedir o aumento, sem planejamento, da impermeabilização do solo. Pode-se substituir o asfalto e concreto por gramas em áreas de estacionamento, planejamento mais eficiente das ruas, pois Arnold & Gibbons (1996) aponta que o sistema viário é o que tem mais carga poluidora.

O nível de regularização é o que apresenta mais detalhe, é necessário não só ação da administração pública, mas também dos moradores. Neste nível as ações são efetivamente nas casas, telhados, calçadas e na contribuição e apoio na redução da impermeabilização nos espaços públicos.

Territórios digitais são representações da realidade geográfica em um ambiente computacional, este conceito é mais do que fazer mapas no computador, esta relacionado em obter padrões, interpretações da realidade para tentar obter dimensões do espaço geográfico, no caso deste trabalho é mais do que identificar quadras, ruas, entre outras, mas também obter a interpretação do impacto da impermeabilização dos solos e a relação do real com imagens orbitais.

Foi utilizada uma imagem do QuickBird do ano de 2010 para fazer o mapeamento deste estudo, a imagem pertence ao Banco de Dados Municipal intitulado Cidade Viva de 2014. O sensor QuickBird foi lançado em 18 de outubro de 2001 e conta com quatro bandas espectrais (vermelho, verde, azul e infra vermelho próximo) de 2,44 metros e uma banda pancromática de 0,61 metros de resolução espacial, resolução radiométrica de 11 bits. A base de dados Cidade Viva, é um produto feito pela Secretaria Municipal de

Planejamento Urbano (SPU) de São José dos Campos, esses são responsáveis por atualizar a base de dados e disponibilizá-la gratuitamente. Sobre essa base o trabalho de CAMARGO et al (2007) analisou a acurácia posicional das bases planimétrica e altimétrica, classificando-as classe A que atende a escala base do município de 1:10.000, em relação a altimetria, em razão dos lançamentos errôneos de cotas, a sua qualidade foi prejudicada sendo uma PEC B para escala de 1:25.000 e Classe A para 1:50.000. Este trabalho utilizou os dados em escala de 1:10.000 no mapeamento, podendo identificar feições importantes de impermeabilização de áreas.

Conforme já discutido, entendem-se como áreas impermeáveis, telhados, casas, ruas e estradas pavimentadas, pátios com concreto, áreas com piscinas, quadras, entre outras. Foram mapeadas todas as áreas assim identificadas como impermeáveis utilizando classificação manual, após o mapeamento foi comparado em relação à área em quilômetros quadrados do bairro (km²) e a área em quilômetros quadrados (km²) das superfícies identificadas como impermeáveis. Os bairros (Eugênio de Melo, Galo Branco e Campo dos Alemães), foram escolhidos de acordo com o mapeamento realizado por Perella & Ferreira (2012), através de dados climatológicos (precipitação mensal, precipitação diária x atendimento da Defesa Civil), dados da Defesa Civil de São José dos Campos (número de ocorrências nos bairros), mídia (jornais, revistas, entre outras) e entrevista com moradores locais o autores localizaram as áreas de inundação e classificaram as áreas sujeitas a inundação com risco associado em fraco, moderado, forte, muito forte e crítico. O bairro Mirante/Buquirinha foi selecionado devido à pesquisa nos jornais O Vale e R7, é o último bairro a registrar casos de inundação na mídia local.

4.0 – Análise

4.1 – Bairro Campos dos Alemães

O Bairro Campo dos Alemães esta inserido na Região Sul do município de São José dos Campos, é um dos bairros mais populosos do município e com baixo índices sociais (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2012). Este bairro foi agrupado com outros bairros vizinhos menores, a saber: Jardim dos Bandeirantes, Jardim Colonial, Cruzeiro do Sul, D. Pedro I, D. Pedro II, Jardim

Santa Edwiges, Jardim Imperial, Conjunto Habitacional Papa João Paulo II, Jardim República e Jardim República Nova. É um dos bairros de vetor de crescimento urbano, pois está próximo do limite de São José dos Campos com Jacareí.

De acordo com a pesquisa de Perella & Ferreira (2002), foi classificado como crítico. A área do bairro é de 5 km², sua superfície impermeável de acordo com mapeamento esta em 3,5 km², ou seja 70% da área do Bairro foi classificada como superfície impermeável.

Mapa de Superfícies Impermeáveis - Bairro Campo do Alemães - São José dos Campos/SP

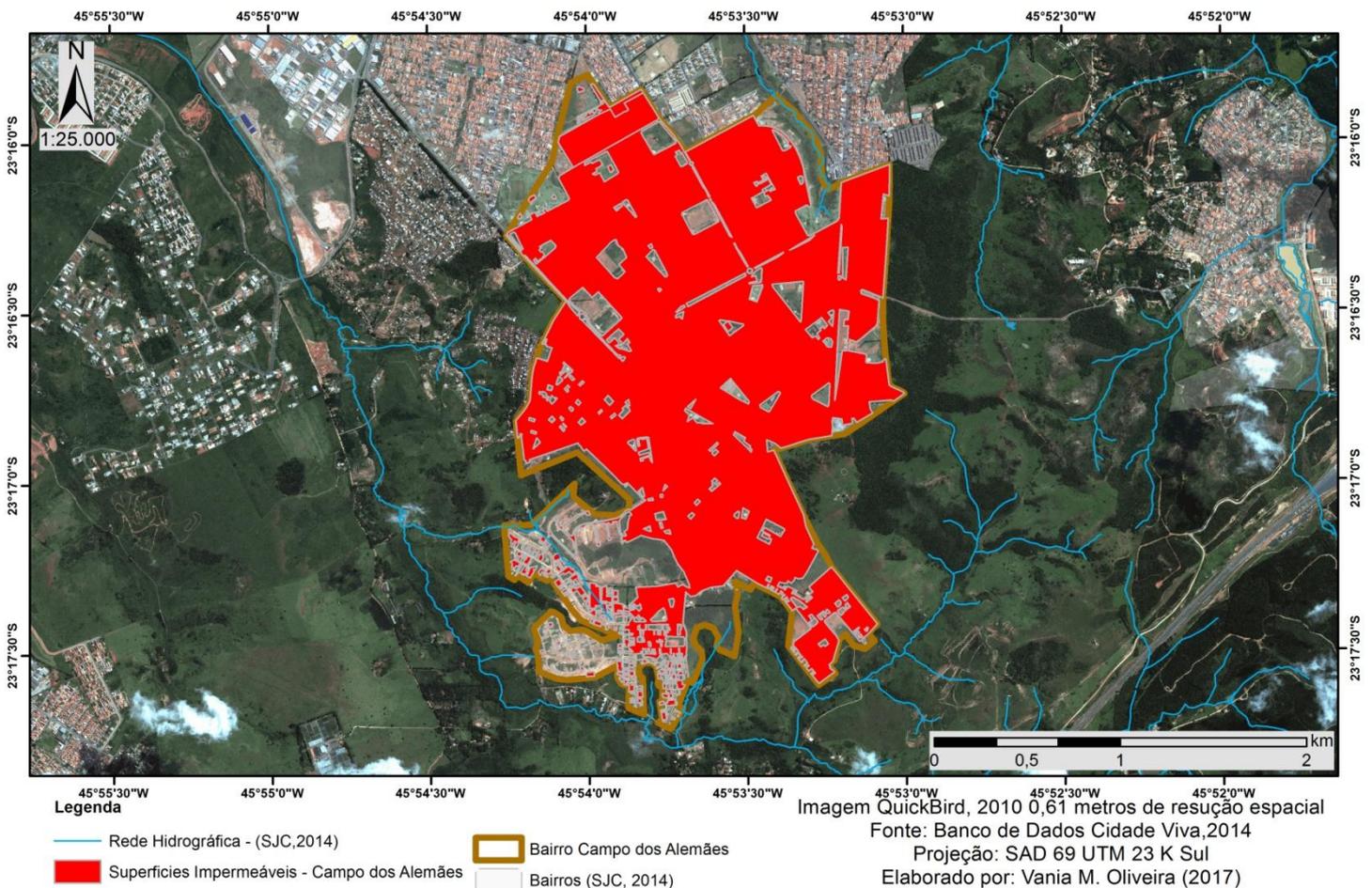


Figura 2 - Mapa das Superfícies Impermeáveis - Bairro Campo dos Alemães. Elaboração: Oliveira (2017)

É importante observar o impacto da ocupação em expansão ao sul, algumas erosões estão aumentando ou surgindo na região, conforme figura 3:

Feições Erosivas - Bairro Campo do Alemães - São José dos Campos/SP

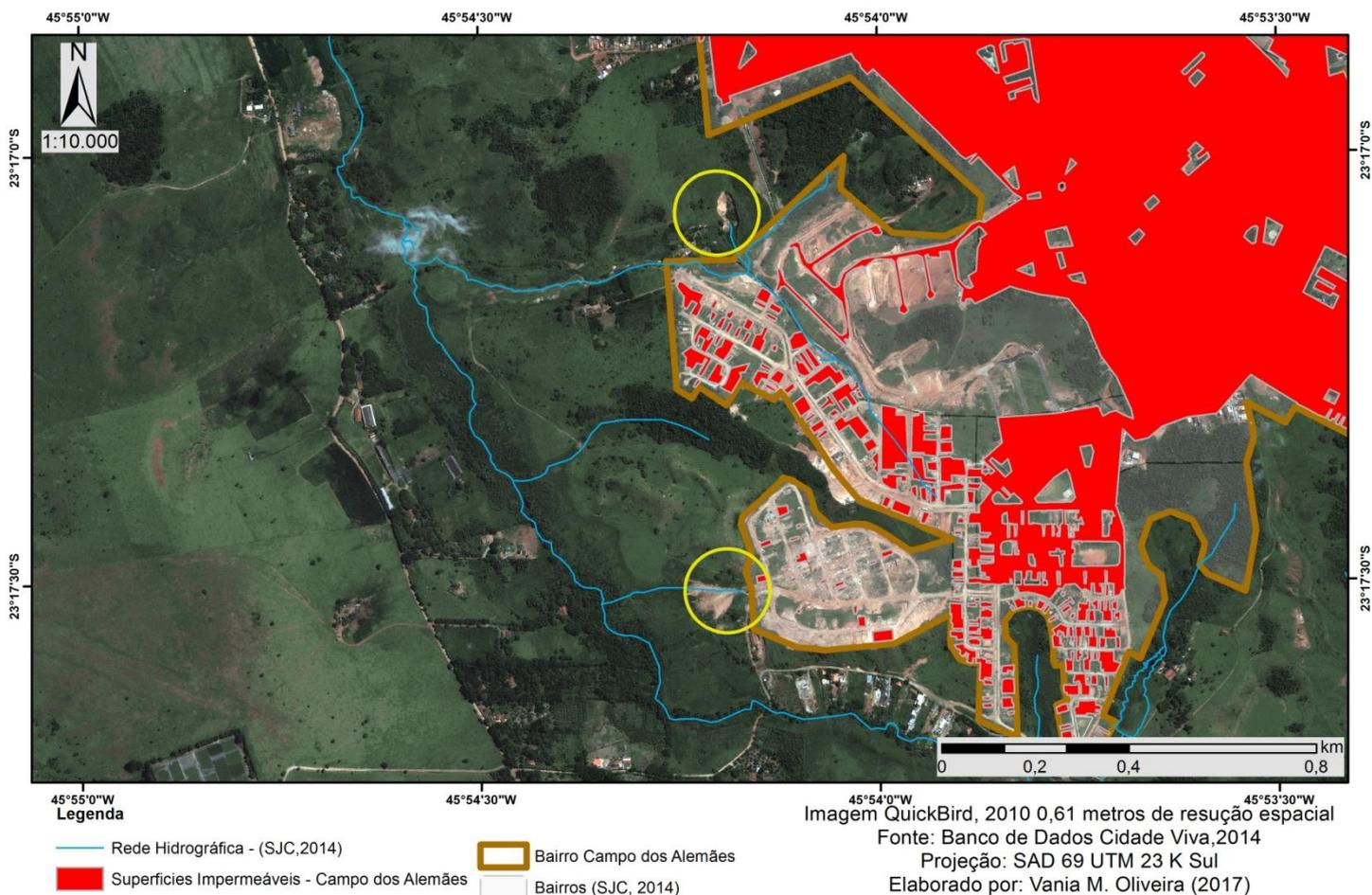


Figura 3- Mapa Feições erosivas identificadas no Bairro Campo dos Alemães - São José dos Campos / SP.
Elaborado por: Oliveira (2017)

4.2 – Eugênio de Melo / Galo Branco

O Bairro de Eugênio de Melo e Galo Branco esta inserido na região leste do município de São José é considerado um distrito de São José dos Campos. É o bairro mais próximo a Rodovia Dutra e concentra ao seu redor importantes empresas como Ericsson e Hitachi, e está ao lado do Parque Tecnológico de São José dos Campos onde estão empresas como Airbus, Akaer e Boing, e universidades Universidade Estadual de São Paulo (UNESP) e Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

De acordo com a pesquisa de Perella & Ferreira (2002) foi classificado como áreas sujeitas a inundação com risco associado em Muito Forte. A área

do bairro é de 3 km², a área com superfícies impermeáveis é de 1,5km², ou seja, 50% da área do bairro.

O trabalho de Ruziska & Suguio (2008) aponta que o bairro Eugênio de Melo e Galo Branco são abastecidos por poços.

Mapa de Superfícies Impermeáveis - Bairro Eugênio de Melo e Galo Branco - São José dos Campos/SP

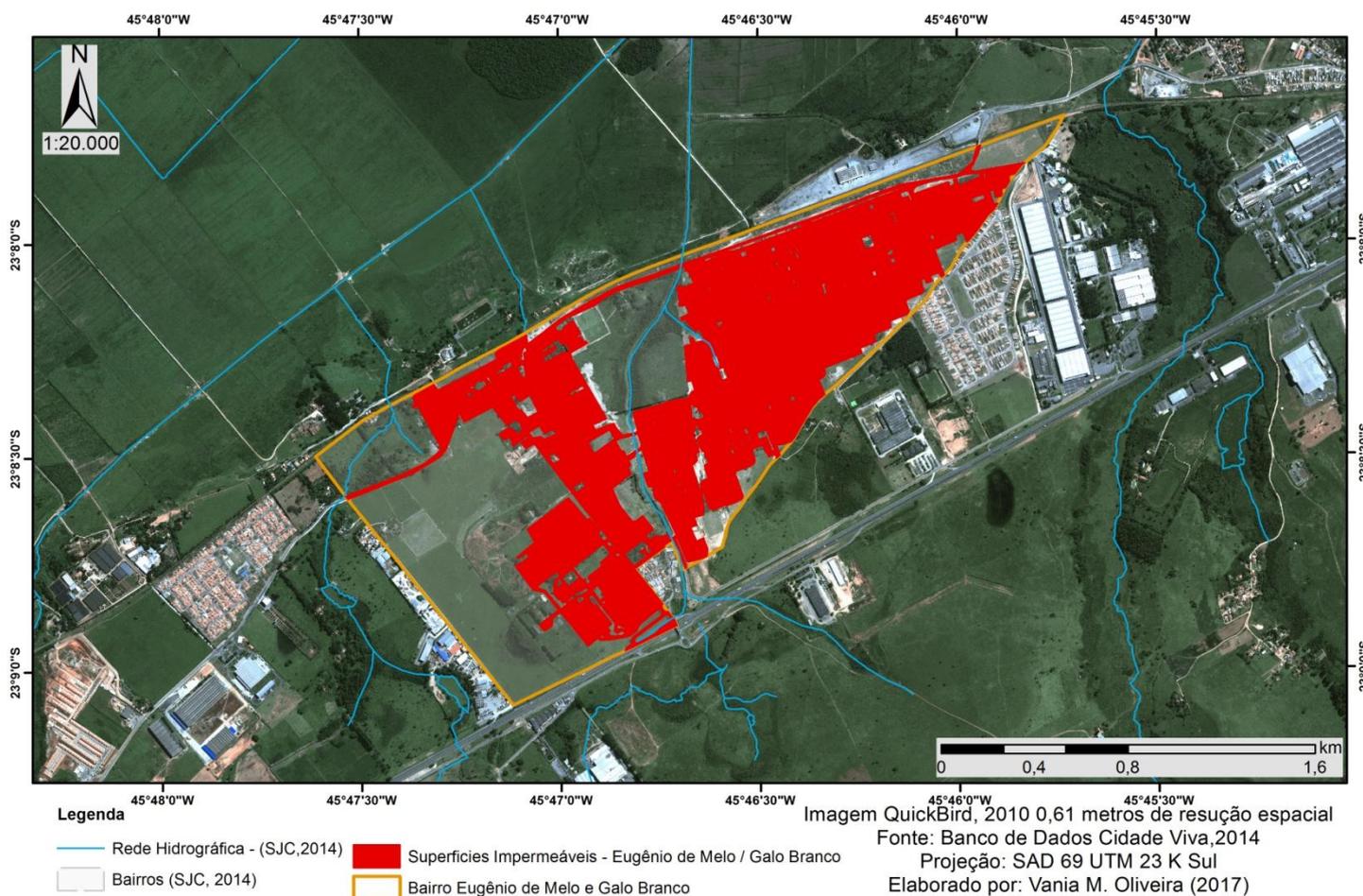


Figura 4: Mapa de Superfícies Impermeáveis Bairro Eugênio de Melo e Galo Branco - São José dos Campos/SP. Elaborado por Oliveira, 2017

4.3 – Mirante / Buquirinha

Os Bairros Mirante Buquirinha e Buquirinha são áreas de ocupação recente. Esta em expansão e em processo de ocupação e regularização. Na base do Cidade Viva de 2014 não consta o limite dos bairros, através do Mapa da Cidade elaborado pela Secretaria de Obras no âmbito do documento São José em Dados (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2012) foi possível delimitar

através dos cursos d'água, aproximadamente, o que são os bairros Mirante do Buquirinha e Buquirinha.

A área do bairro é de 3 km², sua superfície impermeável de acordo com mapeamento esta em 0,4 km², ou seja, 13% da área do Bairro foi classificada como superfície impermeável.

Mapa de Superfícies Impermeáveis - Bairro Mirante / Buquirinha - São José dos Campos/SP

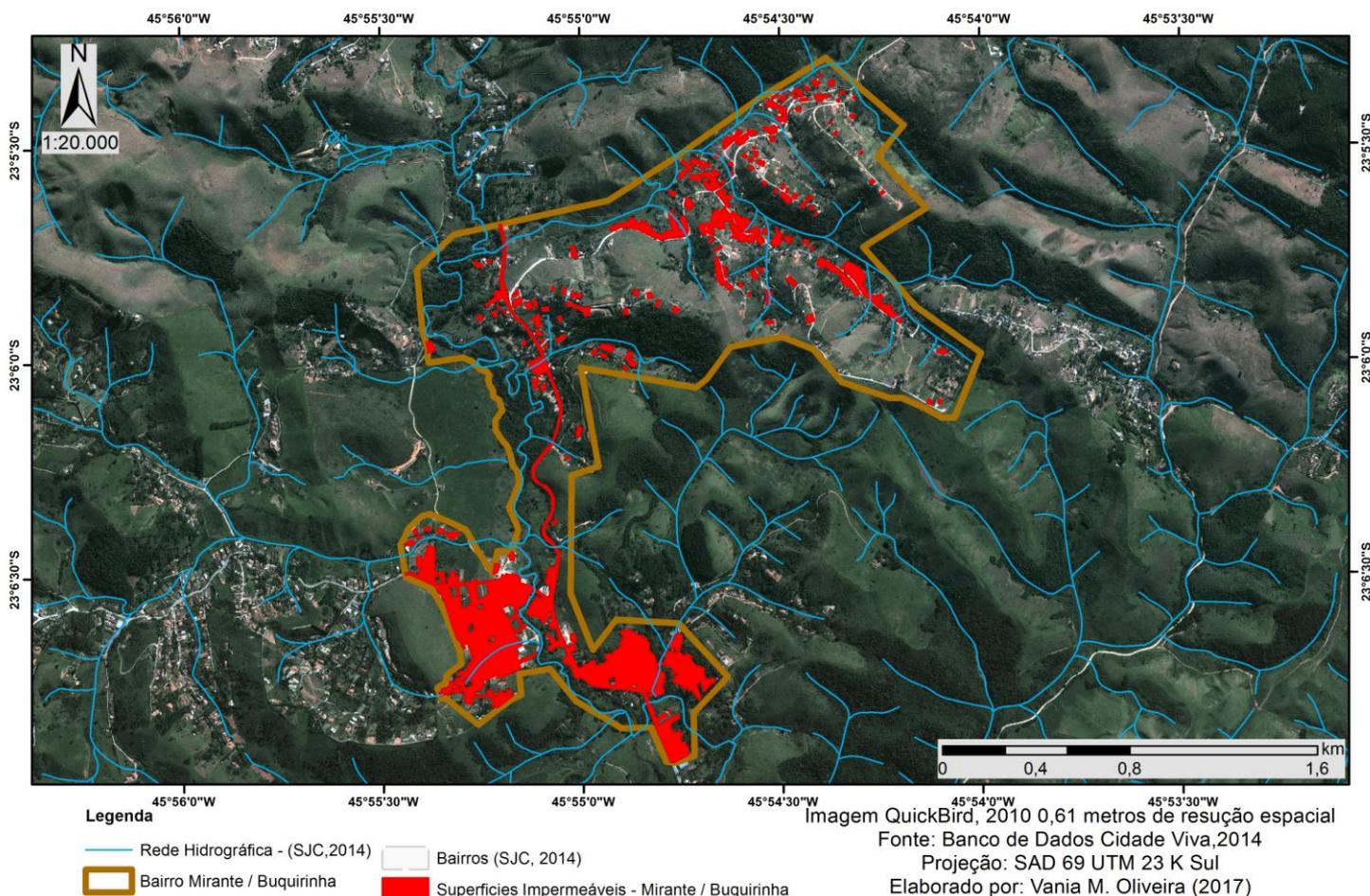


Figura 5: Mapa de Superfícies Impermeáveis Bairro Mirante/ Buquirinha - São José dos Campos/SP. Elaborado por Oliveira, 2017

O Rio Buquirinha nasce em Monteiro Lobato e tem 440 km², sendo que 11% abrange São José dos Campos (São José dos Campos, 2012). Em época de chuva chega a subir até 4 metros.



Foto 1: Inundação no Bairro Mirante do Buquirinha. Fonte:Alves/Sigmapress/Estadão Conteúdo

Em janeiro de 2013 29 famílias foram afetadas diretamente pela inundação do Rio Buquirã. No Jornal O Vale, a inundação de 13 de janeiro de 2013, no qual o Rio Buquirã subir 3,2 metros de acordo com a reportagem.



Foto 2: Moradores do bairro Buquirinha, em São José, limpam as casas após enchente. Foto: Wendell Marques/ O Vale

Estes são os bairros com a menor porcentagem de impermeabilidade, este bairro está localizado próximo do Rio Buquirã o que aumenta o risco de inundação no local, é um bairro em expansão, o que torna o risco maior, pois com o aumento da ocupação mais pessoas poderão ser afetadas e a taxa de impermeabilização irá aumentar.

5.0 - Conclusão

Identificar as superfícies impermeáveis, principalmente, em um município e em regiões que também dependem do abastecimento de aquíferos é muito importante para proteger esses recursos para a população residente atual e futura. Também foi possível entender que a porcentagem de impermeabilização nestes locais são indicadores de degradação ambiental de

algum tipo, erosão devido ao inadequado escoamento das águas e inundações que tendem a se agravar com o avanço da impermeabilização de áreas no bairro.

Para uma cidade que se propõe ser vanguarda do planejamento territorial, e tem como marca a atuação do planejamento desde sua fundação, precisa levar em consideração os estudos de impermeabilização de áreas sensíveis à degradação ambiental.

Por fim, seguindo a proposta de Arnold & Gibbons (1996) pode-se usar o planejamento regional e local para atuar com ações nos bairros e município para reduzir os possíveis impactos da impermeabilização de áreas e reduzir os desastres associados a este fator.

6.0 – Bibliografia

ARNOLD, C.L. GIBBONS, C.J. Impervious surface coverage: the emergence of a key environmental indicator. *Journal of the American Planning Association*, vol. 62, n.2, 1996, pag. 243-258.

AMIRSALARI, F. LI, J. GUAN, X. BOOTH, W. Investigation of correlation between remotely sensed impervious surfaces and chloride concentrations. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 34, n.5, 2013, pag. 1507-1525.

BARTORELLI, C. D. R. CARNEIRO & B. B. BRITO-NEVES (Eds.). *Geologia do continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Editora Beca, 673p. 2004

CESCO, Nelly de Toledo. *São José dos Campos: uma visão da fase sanatorial*. São José dos Campos: Fundação Cultural Cassiano Ricardo, 1992.

CESCO, N.T. *São José dos Campos: uma visão sanatorial*. 1 ed. São José dos Campos: Fundação Cultural Cassiano Ricardo, 1992.

CONTI, J. B. (1975) "*Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista*". São Paulo: IGEO/USP. 85p. (Série Teses e Monografias, no 18).

CARMARGO, F.F. OLIVEIRA, C.G, FLORENZANO, T.G. ALMEIDA, C.M. Avaliação da Acurácia Posicional da Base Cartográfica do município de São José dos Campos (SP) por análise de tendência e precisão. XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, Outubro, 2007.

CEPAGRI (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura).Clima das cidades do Estado de São Paulo. Disponível em:

<<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>.Acesso em: 29 mai. 2017.

CORRÊA, C.V.S. Zoneamento geoambiental da região compreendida pelas folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí – SP. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2013 p.171.

COSTA, P. E. O. Legislação urbanística e crescimento urbano em São José dos Campos. 2007. 257f. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

IBRAHIM, I. SAMAH, A.A. FAUZI, R. Biophysical factors of remote sensing approach in urban green analysis. Geocarto International, vol. 29, n. 7, 2014, pag. 807-818.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres – 2ª edição. Editora Parêntese, São José dos Campos, São Paulo, 2011,pag. 598.

LIU, K. FANG, J. ZHAO,D. LIU,X. ZHANG,X. WANG,X. LI,X. An Assessment of urban surface energy fluxes using a sub-pixel Remote Sensing Analysis: A case study in Suzhou, China. International Journal of Geo-Information, vol.5, n. 11, 2016.

LOBÃO, Isabella Guimarães. O processo de planejamento urbano na vigência do Estatuto da Cidade: os casos dos plano Diretores de 2006 de São José dos Campos e Pindamonhangaba / Isabella Guimarães Lobão. – São Paulo 2007. 374 p. Dissertação de mestrado área de concentração: planejamento urbano e regional – fauusp.

MINGJIE, L. XIYONG, H. MINGMING,Z. CHUNYAN, S. Extraction and application of Impervious Surface Area in Yellow River Data. International Conference on Geoscience and Remote Sensing, 2010, pag. 634-637.

GUIMARÃES, Antonio Carlos. São José dos Campos: cotidiano, gênero e representação / Antonio Carlos Guimarães e Valéria Zanetti (Orgs.); Maria Aparecida Papali, Valéria Zanetti (Coords. Da série). – São José dos Campos, SP: UNIVAP, 2014. 240p. São José dos Campos: História e cidade; v. vii

PAULA, Maria Tereza Dejuste de. Escola e Educação em São José dos Campos: espaço e cultura escolar / Maria Tereza Dejuste Paula, Zuleika Stefânia Sabino Roque (Orgs.); Maria Aparecida Papali, Valéria Zanetti (Coords. Da série). – São José dos Campos: UNIVAP,2012. 326 p. (São Jose dos campos: história e cidade; v. vi.

PERELLA, A.C. F. FERREIRA, M.E. Um estudo sobre as inundações em São José dos Campos – SP. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, 2002, pag. 17.

PINHO, C.M.D. Análise orientada a objetos de imagens de satélites de alta resolução espacial aplicada a classificação de cobertura do solo no espaço intra urbano: o caso de São José dos Campos – SP. Dissertação de mestrado – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005, 180p.

PONZONI, F. SHIMABUKURO, Y. E. KUPLICH, T.M. Sensoriamento Remoto da Vegetação. 2. Ed. Atualizada, São Paulo, Oficina de Textos, 2012, pag. 160.

RICCOMINI, C. O Rift continental do sudeste do Brasil. São Paulo, 1989. Instituto de Geociências Universidade de São Paulo. (Tese de Doutorado).

RICCOMINI, C.; L. G. SANT'ANNA; A. L. FERRARI. Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil. Pp. 383–405. In: MANTESSO-NETO, V., A.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. USP/IPT/FAPESP. Escala 1:500.000. 1997.

PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, São José dos Campos em Dados, 2012, vol. 1, 2012, pag. 62.

SINBIOTA FAPESP. Sistema de Informação Ambiental do Programa Biota/Fapesp. Disponível em: <<http://sinbiota.biota.org.br/Sinbiota/Map/Ajax>>. Acesso em: 29 mai. 2017.

TUCCI, C.E.M. Água no meio urbano. Livro Água Doce, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, cap. 14, 1997, pag. 40.

WENG, Q. LU, D. LIANG. Urban Surface Biophysical Descriptors and Land Surface Temperature Variation. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol 72, n. 11, 2006, pag. 1275 – 1286.

YUAN, F., BAUER, M.E. Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in LandSat imagery. Remote Sensing of Environment, vol. 106, 2007, pag. 375-386.

ZANETTI, Valéria. Volume 1 Os campos da cidade: São José Revisitada; Coordenação da série Maria Aparecida Papali e Valéria Zanetti. São Paulo, Intergraf, 2008, 200p.:Il (Os campos da cidade; São José revisitada / Organizado por Valéria Zanetti; Coordenação da Série Maria Aparecida Papali e Valéria Zanetti. São Paulo , Intergraf, 200/ 200p. – Patrocínio Petrobras e UNIVAP.

Fase sanatorial de São José dos Campos: Espaço e Doença / Coordenação Geral da coleção: Maria Aparecida Papali e Valéria Zanetti; Organizadores do volume: Valéria Zanetti. São Paulo: Intergraf, 2010. 328 p. Série São José dos Campos: História e Cidade, v. 4

Crescimento Urbano e Industrialização em São José dos Campos / Coordenação Geral da série: Maria Aparecida Papali e Valéria Zanetti; Organizadores do volume: Sandra Maria Fonseca da Costa e Leonardo Freire de Mello. São José dos Campos: Intergraf, 2010. 272p. Série São José dos Campos história e cidade, v.5

Organizado por PAPALI, Maria Aparecida. Volume 3 São José dos Campos: de Aldeia a Cidade; Coordenação da série Maria Aparecida Papali e Valéria Zanetti. São Paulo: Intergraf, 2010, 228p.:Il.

Sites:

Jornal o Vale Paraibano: <http://www.ovale.com.br/nossa-regi-o/defesa-civil-vigia-a-zona-norte-de-s-o-jose-1.369063> <Acesso em: 10/03/2017>

Portal de notícias R7: <http://noticias.r7.com/sao-paulo/enchente-deixa-familias-desabrigadas-em-sao-jose-dos-campos-11012013> <Acesso em: 10/03/2017>