R. Ra'e Ga
Curitiba, v.46, n. 2, p. 135-151, Jun/2019

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

ANÁLISE INTEGRAL DOS IMPACTOS URBANOS EM ÁREAS VERDES: UMA ABORDAGEM EM SOROCABA, BRASIL

INTEGRAL ANALYSIS OF URBAN IMPACTS IN GREEN AREAS: AN APPROACH IN SOROCABA, BRAZIL

Fernando Ruas Rodrigues[1], Elfany Reis do Nascimento Lopes[2], Roberto Wagner Lourenço[3]

RESUMO

Objetivou-se analisar os impactos urbanos sobre áreas verdes, utilizando o Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes" (PNCM), Sorocaba, São Paulo, Brasil, como estudo de caso. O estudo foi realizado no raio de 1 km do perímetro do PNCM. Foi realizado o mapeamento do uso do solo e da cobertura vegetal a partir da interpretação visual de imagens satélites para o ano de 1995, 2007 e 2017. O Índice Normalizado de Vegetação Remanescente (NRVI) considerou o total de áreas de vegetação natural e de áreas antropizadas. O Indicador de Exposição Antrópica (IEA) foi calculado a partir da forma do PNCM e do efeito de borda dos usos limítrofes. Aplicou-se a análise adaptada da matriz de impacto de Leopold para identificação dos impactos ambientais ocorrentes no entorno do parque. O mapeamento, em todos os anos, apresentou maior percentual de áreas urbanas, campo degradado e matas. O NRVI apresentou um valor de -0,68 indicando uma condição do entorno altamente antropizada. Esse resultado corrobora com o encontrado no IEA enquadrando o parque em uma condição de exposição moderada e as matrizes de impactos evidenciaram como as características negativas e positivas corroboram prejuízos e benefícios para a conservação do parque. Conclui-se que a expansão urbana compromete a qualidade ambiental e aumenta a exposição do parque, a redução da qualidade de vida da população e da biodiversidade. Este estudo contribuiu para a análise global da paisagem em áreas verdes localizadas em espaços urbanos em expansão.

Palavras chave: urbanização; conservação; impacto ambiental; parque urbano.

ABSTRACT

The objective was to analyze the urban impacts on green areas, using the "Chico Mendes" Natural Sports Park (PNCM), Sorocaba, São Paulo, Brazil, as a case study. The study was conducted within a 1 km radius of the PNCM. The mapping of land use coverage was carried out based on the visual interpretation of satellite images for the year 1995, 2007 and 2017. The Standardized Index of Remaining Vegetation (NRVI) considered the total of areas of natural vegetation and anthropic areas. The Anthropic Exposure Indicator (IEA) was calculated from the shape of the PNCM and the border effect of the border uses. The adapted analysis of the Leopold impact matrix was applied to identify the environmental impacts occurring around the park. The mapping, in all the years, presented a greater percentage of urban areas, degraded area and forests. The NRVI presented a value of -0.68 indicating a condition of the highly anthropized environment. This result corroborates with that found in the IEA framing the park in a moderate exposure condition and the impact matrices showed how the negative and positive characteristics corroborate losses and benefits for the conservation of the park. It is concluded that the urban expansion compromises the environmental quality and increases the park's exposure, reducing the quality of life of the population and biodiversity. This study contributed to the global analysis of the landscape in green areas located in expanding urban spaces.

Keywords: urbanization; conservation; environmental impact; urban park.

Recebido em: 27/08/2018
Aceito em: 04/04/2019

[1] *Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba/SP, email: fdo_rrodrigues@hotmail.com*

[2] *Universidade Federal do Sul da Bahia, cidade/BA email: elfany@ufsb.edu.br*

[3] *Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba/SP, email: robertow@sorocaba.unesp.br*

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

1 INTRODUÇÃO

As áreas verdes são definidas por Londe e Mendes (2014) como um conjunto de elementos que zelam pela ausência de edificações, abertos a qualquer atividade que possa ser desenvolvida como lazer, recreação, funções estéticas e ecológicas. Podem ser ainda uma porção vegetal que se insere dentro das estruturas da ecologia da paisagem, garantindo tanto as relações internas a esse subsistema quanto as relações externas com os espaços urbanizados (HERZOG; ROSA, 2010).

A importância das áreas verdes reside em minimizar a ocorrência de erosão e assoreamento de corpos hídricos, disponibilização de O2, hábitat para as espécies locais e a preservação da biodiversidade de fauna e flora; espaço para a educação ambiental e atividades psicológicas de relaxamento e recreação, a partir da interação com o meio natural (HERZOG; ROSA, 2010; BARGOS; MATIAS, 2011).

Quando relacionado ao espaço urbano com as áreas verdes, estas modelam a percepção da população do entorno, resultando em interações homem-natureza de baixo impacto ambiental, e auxiliam a criação de corredores verdes e a resiliências as pressões externas, capazes muitas vezes de regenerar a estrutura urbana e minimizar os efeitos negativos (HERZOG; ROSA, 2010).

Para Lima e Amorim (2011) a qualidade ambiental urbana é a capacidade de integração entre os elementos naturais e socioeconômicos no meio urbano e está atrelada as políticas públicas capazes de desenvolverem atividades de uso e ocupação do solo menos agressivas ao meio natural, agregando às áreas verdes a capacidade de fornecer elementos para uma maior qualidade de vida à população. Estêvez e Nucci (2015) informam que a presença de considerações desfavoráveis e parâmetros negativos no meio urbano afetam a paisagem e os indivíduos de diferentes formas, uma vez que respondem as alterações de diferentes formas e períodos.

Essa relação estabelece conflitos e impactos negativos que merecem destaque. Um dos aspectos de maior influência trata-se da dinâmica de uso e ocupação do solo que se estabelece temporalmente no entorno dessas áreas verdes. Se considerarmos que os limites das áreas são estáticos, a influência da mudança do uso e da ocupação podem exercer diferentes impactos nestes locais.

Segundo Forero-Medina e Vieira (2007) e Feitosa et al. (2011), o desenvolvimento de atividades de uso e ocupação do solo podem resultar na alteração do microclima do entorno dessas áreas, a impermeabilização do solo, o aumento da supressão da vegetação e a diminuição da filtração da radiação incidente na superfície terrestre, induzindo a formação de ilhas de calor e favorecendo o aumento térmico que pode desenvolver variações de temperatura de até 10º C.

Concebendo a importância das áreas verdes como um espaço com função ecológica, paisagística e recreativa para a melhoria da qualidade ambiental da cidade, é preciso considerar como se encontra a dinâmica de uso e ocupação do seu entorno, visto que não há uma legislação para conservação da área limítrofe (CONAMA, 2006).

Tal dinâmica resulta de uma combinação de fatores sociais, naturais e tecnológicos, praticados pelas sociedades modernas, devido à delimitação de grandes centros urbanos, que resultam em consequências sobre os sistemas ecológicos e produzem efeitos na paisagem que precisam ser compreendidos (FAUSTINO; RAMOS; SILVA, 2014; AMARAL; RIOS, 2012).

Essa compreensão pode ser realizada utilizando a análise espacial, utilizando-se das imagens multiespectrais para o mapeamento detalhado dos elementos da paisagem e modelos de avaliação de comportamento da paisagem (VAEZA et al., 2010; PRADHAN, 2011). Segundo Santos (2004), tais metodologias culminam em análise do uso e ocupação do solo que permitem diagnosticar a apropriação da sociedade sobre os diferentes espaços, sendo uma importante ferramenta na identificação de padrões de degradação e informações dos meios biofísico e socioeconômico.

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

Fundamentado nas concepções anteriores, este estudo objetivou analisar os impactos urbanos sobre áreas verdes, utilizando o Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes" (PNCM), Sorocaba, São Paulo, como estudo de caso. Este Estudo contribui com a análise global de dados espaciais na perspectiva da avaliação da paisagem em áreas verdes localizadas em espaços urbanos em expansão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O município de Sorocaba localiza-se a sudoeste de São Paulo, cujas coordenadas geográficas situam-se entre 23°21' e 23°35' de latitude sul e 47°17' e 47°36' de longitude oeste.

Segundo o SEADE (2018), a população total em 2010 era de 586.625 habitantes e a estimada para 2018 foi de 644.397 habitantes, sendo 637.839 habitantes da zona urbana e 6.558 da zona rural, com uma densidade demográfica de 1.430,79 hab./km^2.

Apresenta 98% de esgotamento sanitário no perímetro urbano, além de um percentual de arborização urbana de 82,2% e uma urbanização de 48,5% das vias públicas. A Taxa de escolarização entre 6 e 14 anos de idade atinge os 98,1%, valor que representa um total de 0,798 calculado para o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (IBGE, 2017).

Do ponto de vista geomorfológico, o município de Sorocaba insere-se em duas denominações: a depressão periférica paulista e o cinturão orogenético do atlântico (IKEMATSU et al., 2007). De acordo com Centro de Pesquisa Meteorológica e Climática Aplicadas a Agricultura (CEPAGRI) (2017), o clima da cidade de Sorocaba se enquadra na denominação Cwa, apresentando clima temperado úmido com inverno seco e verão quente. O município encontra-se no Domínio da Mata Atlântica.

De acordo com Smith et al. (2013) o município apresenta 1.593,87 hectares de áreas verdes. Há 23 áreas verdes do tipo "parques municipais", sendo 14 deles abertos à visitação. O Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes" foi criado em 1972 e representa um dos maiores parques abertos ao público na cidade (Figura 1).

O Parque possui uma área de 15,17 hectares, conta com vegetação de Mata Atlântica natural, além de espécies exóticas de Eucalipto e atividades de trilhas, playground, pista de caminhada, quiosques para churrasco, praça de convivência e lago. Apresenta alta taxa de visitação e rotatividade de públicos, especialmente aos finais de semana.

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

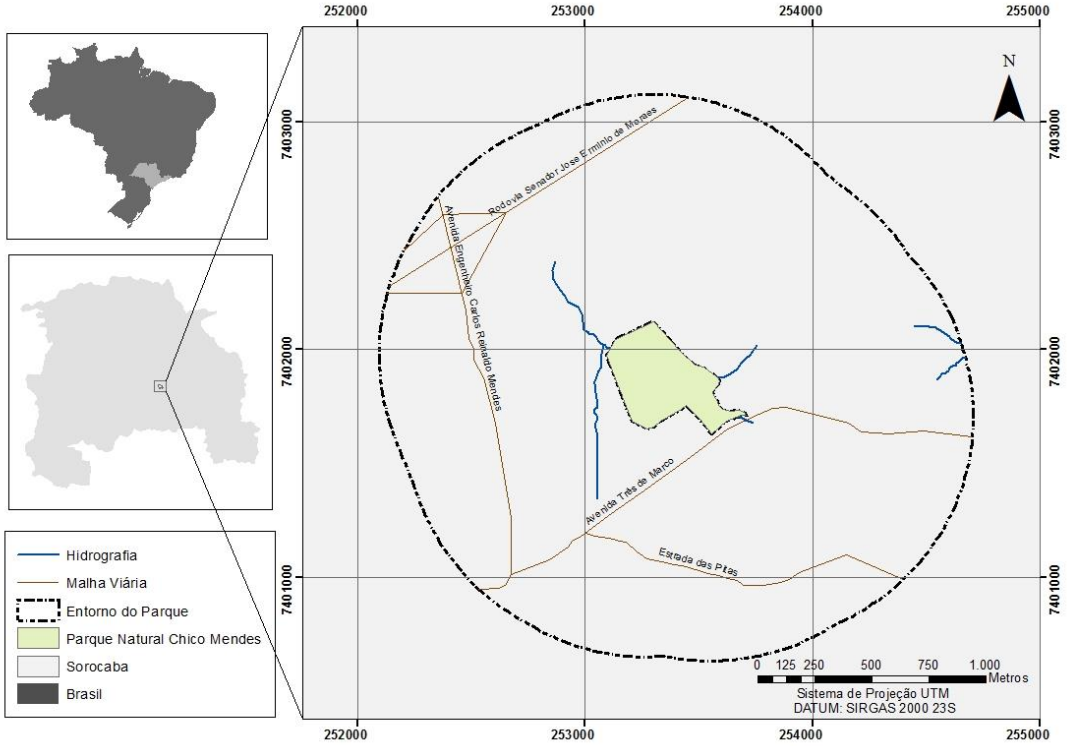


Figura 1 - Localização do Parque Natural do Chico Mendes (PNCM), Sorocaba, São Paulo.

2.2 Método

2.2.1 Definição do Entorno do Parque

Levando em consideração a ausência de uma norma que garanta uma zona de amortecimento em torno de áreas verdes em função da expansão urbana, foi adotado para o estudo do Parque, um raio de 1000 m, baseando-se em uma faixa intermediária em relação à preconizada na Resolução Conama n. 428 (CONAMA, 2010)., conferindo uma área que garanta estudos efetivos sobre os efeitos de expansão urbana.

2.2.2 Análise multitemporal do uso do solo e cobertura vegetal

O mapeamento do entorno do (PNCM) utilizou a técnica de interpretação visual, que se refere à identificação de objetos da superfície terrestre, levando em consideração o conhecimento prévio das características locais, tais como: vegetação predominante, clima e relevo, que quando acrescentadas aos elementos de interpretação, facilitaram a caracterização da área e o reconhecimento dos elementos da superfície. Na interpretação visual, foram utilizados os elementos de interpretação de forma, textura, sombreamento, cor e tonalidade (FITZ, 2008).

A classificação das unidades de uso do solo e cobertura vegetal foi adotada de acordo com o Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2013).

Foram utilizadas imagens multiespectrais e consultas às imagens históricas do *Software* GoogleEarth Pró para o mapeamento. Para o ano de 1995 foi utilizada uma imagem digital disponibilizada pela Secretaria de Meio Ambiente de Sorocaba. A imagem passou pelo processo de georrefecenciamento através de pontos de controle, utilizando o sistema de coordenadas planas projetadas no DATUM SIRGAS 2000 23S.

Para 2007, foi utilizada imagem em composição colorida proveniente das bandas verde, vermelha e azul do satélite SPOT-5 cedidas pela Coordenadoria de Planejamento ambiental do Estado de São Paulo (CPLA), do respectivo ano

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

e resolução espacial de 2,5 metros. Para 2017, foi utilizada imagem em composição colorida proveniente das bandas verde, vermelha e azul do satélite RapidEye, cedida pelo Ministério do Meio Ambiente em convênio com a Universidade Estadual Paulista e o Laboratório de Geoprocessamento e Modelagem Matemática Ambiental, do ano de 2015 e resolução espacial de 5 metros, por onde o mapeamento realizado foi retificado para o ano indicado.

A validação do mapeamento para o ano de 2017 foi realizada por meio de trabalho de campo para a verificação dos usos pré-estabelecidos e comparados com a realidade observada em campo, sendo checados com auxílio de GPS e a coleta de coordenadas geográficas, além do registro fotográfico. Quando necessário, as classes de usos e seus limites foram retificados para que apresentassem maior precisão nos resultados.

2.2.3 Avaliação da vegetação remanescente

A avaliação foi realizada por meio do Indice Normalizado de Vegetação Remanescente - NRVI *(Normalized Remaning Vegetetation Index)*, proposto por Bonnet et al. (2006). O índice avalia quantitativamente as áreas de interesse para conservação de remanescentes florestais em relação às áreas urbanizadas. Seu escore numérico varia entre -1 (ambiente totalmente antropizado) e +1 (ambiente totalmente preservado).

O cálculo do valor numérico é realizado por meio da Equação:

$$NRVI = (rv – aa) / (rv + aa)$$

Onde:

rv corresponde a vegetação natural remanescente por zona urbana;

aa representa as áreas antropizadas por zona urbana, que equivalem aos usos antrópicos.

2.2.4 Índice de exposição antrópica (IEA)

Avaliou-se a exposição antrópica do PNCM pela metodologia adaptada de Lourenço et al. (2014). O IEA propõe analisar geoespacialmente a influência dos usos do solo do entorno pelo do Índice de Efeito de Borda (IEB), juntamente com a análise da forma dos fragmentos florestais de vegetação natural através do Índice de Circularidade (IC), para estabelecer uma classificação de antropização da área.

Neste estudo, o limite do Parque foi considerado como uma área similar a um fragmento florestal, compreendida por uma forma estática e entorno com diferentes tipos de uso do solo. Para o cálculo do IEA aplicou-se a Equação:

$$IEA = ((1 – IC) + 2IEB) / 3$$

Onde:

IC: Índice de Circularidade
IEB: Índice de Efeito de Borda
IEA Índice de Exposição Antrópica

2.2.5 Análise dos impactos ambientais do entorno sobre o Parque

Foi aplicada e elaborada uma matriz de impacto adaptada da matriz de Leopold. Segundo Sanches (2008), a matriz desenvolvida por Leopold (1971) é utilizada para qualificar os impactos antrópicos sobre os elementos naturais a partir da importância e a magnitude de cada interação identificada.

Foram determinados fatores com características e condições existentes no local, que compreendem as características físicas e químicas, as relações biológicas, condições culturais e ecológicas. A outra dimensão envolve as etapas do processo que podem causar impactos ambientais considerando a modificação do ambiente natural e construído, a extração, transformação e renovação de recursos.

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes"

O mapeamento do uso do solo e da cobertura vegetal do Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes" (PNCM) é apresentado na Figura 2 e a Figura 3 apresenta o quantitativo das respectivas áreas.

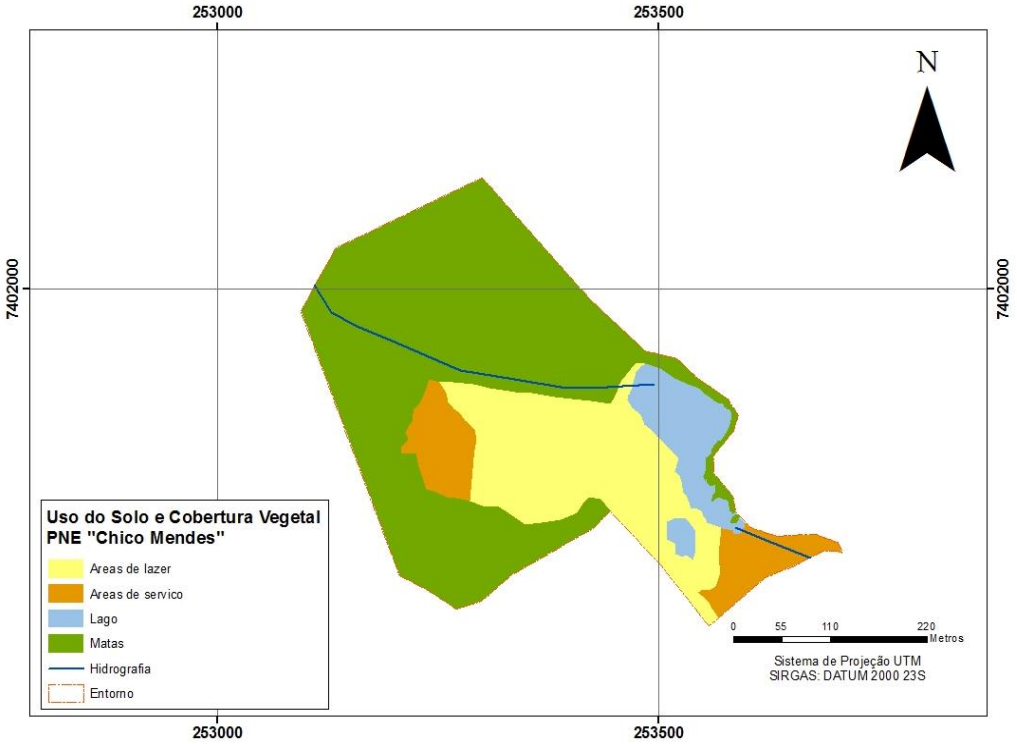


Figura 2 - Uso do Solo e Cobertura Vegetal do Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes".

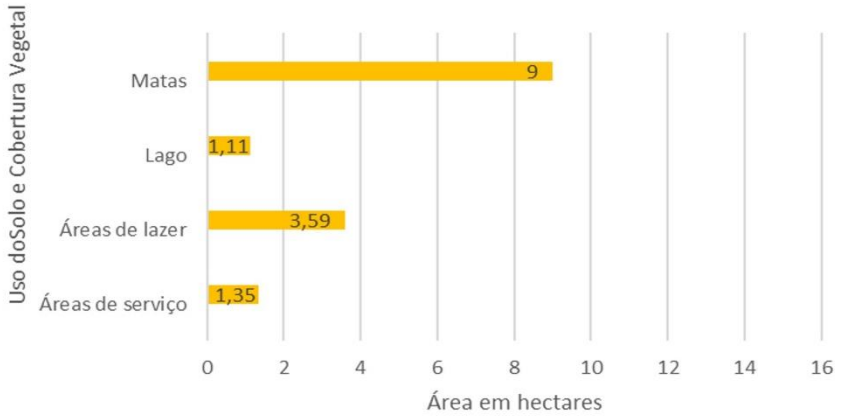


Figura 3 - Quantitativo de uso do solo e da cobertura vegetal do Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes".

O Parque foi inaugurado em dezembro de 1977 com o objetivo de introduzir à população do seu entorno, áreas verdes que pudessem ser desenvolvidas atividades de lazer e educação. Seu horário de funcionamento é de Terça a Domingo das 8:00 às 17:00h e os principais bairros com acesso são o Aparecidinha e Alto da Boa Vista e conta com uma área total de 15,17 hectares dividida em quatro classes que refere-se às Áreas de Matas, Áreas de Lazer, Áreas de Serviços, Lago e Várzea.

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

As áreas naturais apresentam maior destaque para as matas, uma vez que sua área representa 59,80% do total, o que indica que o parque apresenta boa conservação das suas áreas naturais e é responsável pela garantia e manutenção da biodiversidade local, além da proteção dos recursos hídricos.

As áreas hídricas representam 16,74%, servindo de abrigo para algumas espécies de animais como o jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris Daudin*), capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris Linnaeus*) e cágados (*Hydromedusa tectifera Mikan*). Essas áreas também captam água proveniente do condomínio Lago Boa Vista e do rio adjacente ao parque, e parte desse volume hídrico é escoado para o Clube de Campo do Sindicato dos Servidores Públicos de Sorocaba.

O espaço de lazer destinado à integração da população com áreas verdes urbanas representam aproximadamente um quarto da área do parque (23,90%), o que garante à essa população grande espaço físico para o desenvolvimento de atividades que contribuam com o seu bem estar, sejam esses, físicos ou psicológicos. Estes espaços foram desenvolvidos para uma maior integração da população, seja por meio do parque infantil, espaços para exercícios físicos ou ambientes que favoreçam atividades aos visitantes, como a feira de orgânicos e rodas de dança.

As áreas de serviços são destinadas ao desenvolvimento de atividades que atendam a demanda externa ao Parque, como a disponibilização de mudas, terra e atividades de educação ambiental, correspondendo a 8,97% do total do Parque. A produção e armazenamento de mudas ficam disponíveis à população, e parte é fornecida para a prefeitura na recuperação de áreas degradadas e de APP.

Os mapeamentos do uso do solo e da cobertura vegetal para cada período é apresentado nas Figuras 4 a 6 respectivamente e o quantitativo de usos, na Figura 7.

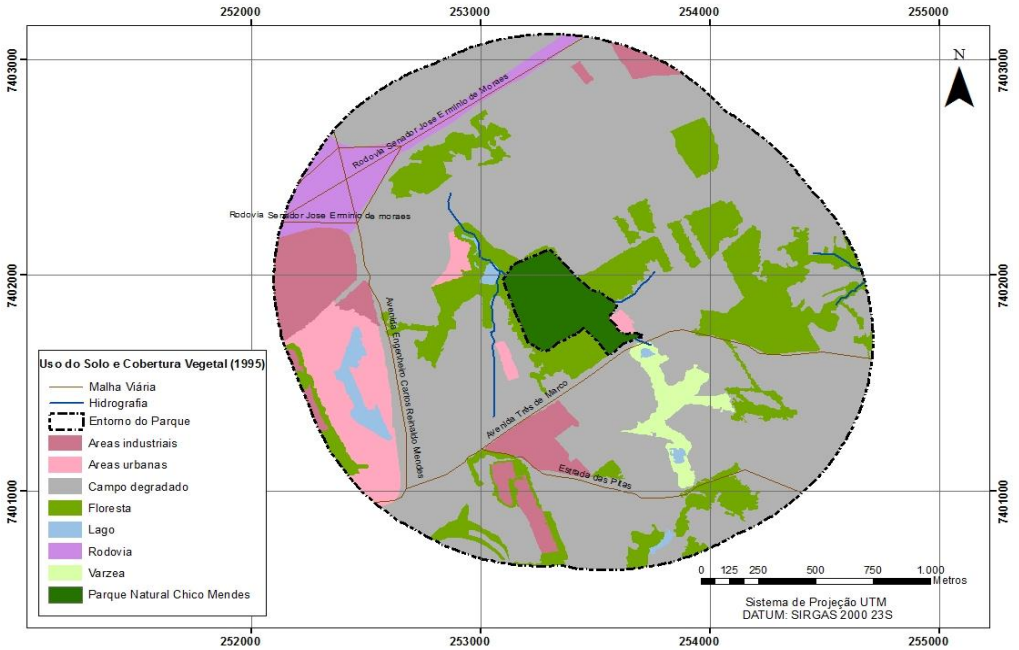


Figura 4 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal do ano de 1995 do entorno do Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes".

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

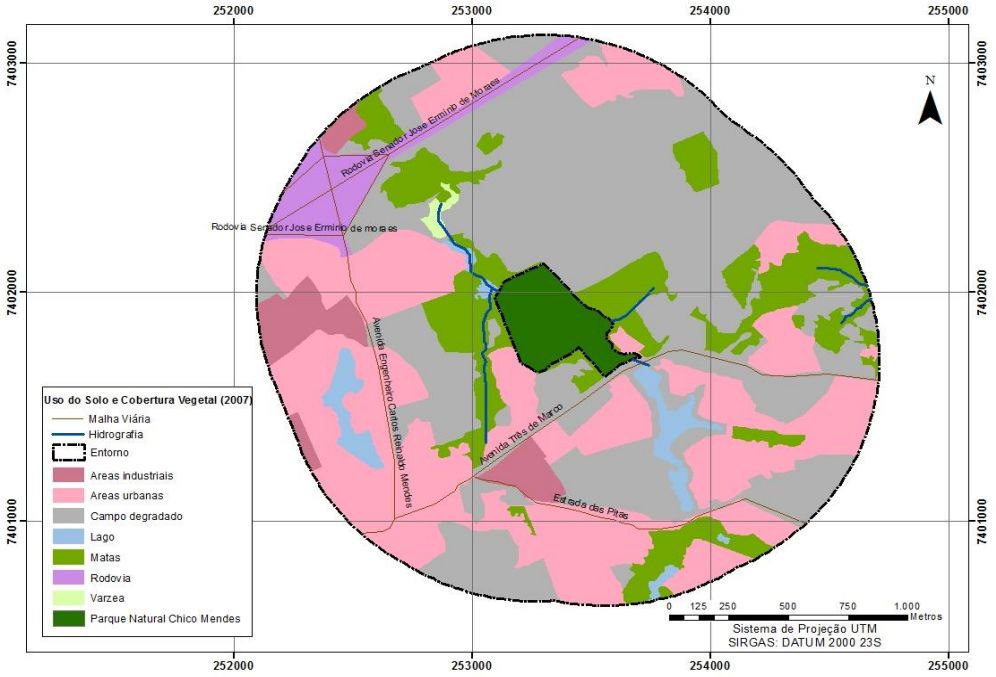


Figura 5 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal do ano de 2007 do entorno do Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes".

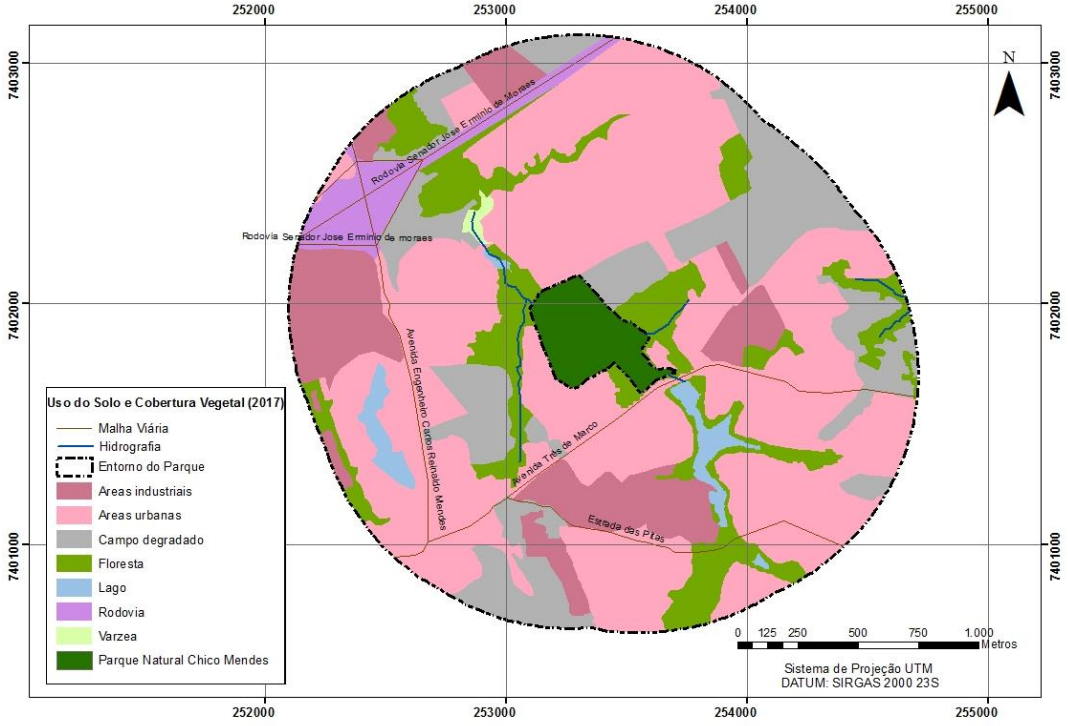
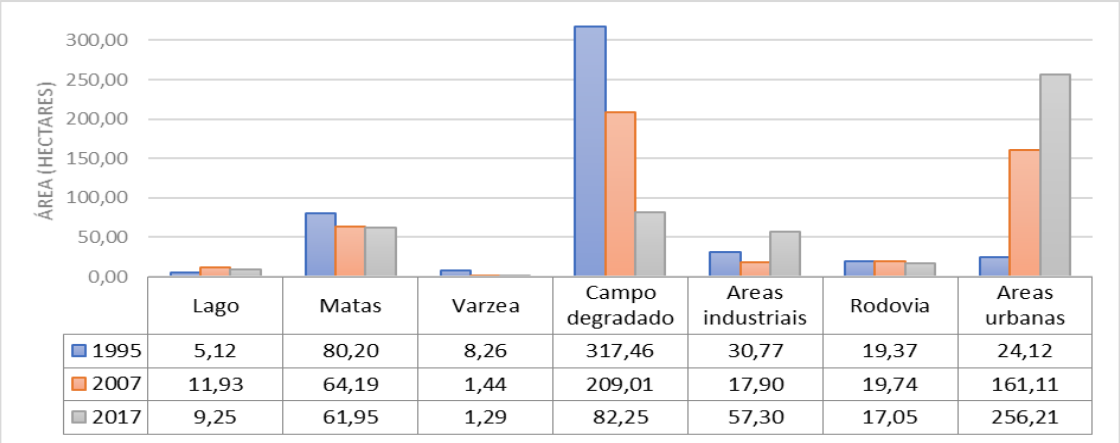


Figura 6 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal do ano de 2017 do entorno do Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes"

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738



	Lago	Matas	Varzea	Campo degradado	Areas industriais	Rodovia	Areas urbanas
1995	5,12	80,20	8,26	317,46	30,77	19,37	24,12
2007	11,93	64,19	1,44	209,01	17,90	19,74	161,11
2017	9,25	61,95	1,29	82,25	57,30	17,05	256,21

Figura 7 - Quantitativo de uso do solo e cobertura vegetal do entorno do Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes" entre 1995 e 2017.

Para 1995, os valores mais representativos foram as reduzidas áreas urbanas, se comparadas com os campos degradados, enquanto as áreas de matas mantiveram destaque em apresentar uma área significativa de recurso natural conservado.

Já em 2007, observou-se o aumento das áreas urbanas (+ 136,99 ha), verificado pela presença de condomínios em quase toda área de estudo, o que compromete a qualidade ambiental com o consequente aumento da poluição ambiental. Foi notada também a redução das áreas de campos degradados (-108,45 ha).

Outro elemento que sofreu considerável alteração no período de 12 anos (1995-2007) foram as Matas, tendo uma supressão equivalente a 16,01 ha, o que reflete um impacto nas áreas naturais de entorno e inviabiliza a conservação de fauna e flora e benefícios à população local. O aumento das áreas de várzea no mesmo período pode estar relacionado ao desassoreamento do lago do condomínio residencial em frente ao Parque.

Para 2017, o mapeamento evidenciou que as áreas urbanas (256,21 ha), áreas industriais (57,30 ha) e de campo degradado (82,25 ha) compõem uma área antrópica seis vezes superior ao quantitativo de matas presente no mesmo ano. Ao analisar o uso do solo no município de Paulínea, Bargos (2009) também evidenciou a ocorrência de supressão das áreas naturais de Mata Atlântica para a conversão em loteamento e condomínios fechados.

Entre essas categorias, observou-se que no período entre os anos de 2007 e 2017 houve uma redução da área de campo degradado (-126,76 ha), o aumento das áreas urbanas (+ 95,11 ha) e das áreas industrias (+ 39,40 ha).

Com relação à vegetação natural, as áreas de várzea localizam-se às margens das atividades antrópicas. Segundo Trentin e Simon (2009), a crescente ocupação, a impermeabilização do solo e o insuficiente sistema de drenagem põem em risco a existência desses locais. As áreas de matas apresentaram uma redução de 2,24 ha nos últimos dez anos, e apesar da contínua industrialização e urbanização, houve uma manutenção das áreas naturais e os remanescentes de vegetação ainda se situam em zonas limítrofes às áreas construídas e margens de rios, desempenhando a função de proteção dos recursos hídricos, e em zonas limítrofes às áreas urbanas.

Quanto à hidrografia, alguns dos canais de drenagem encontram-se canalizados, mostrando uma interferência antrópica no curso natural da água para o desenvolvimento e expansão das atividades urbanas. A presença de lagos equivale a uma área de 9 ha que auxilia o abastecimento dos lagos do Parque e contribuem para a conservação das áreas naturais.

A expansão urbana vem sendo justificada devido ao crescimento demográfico da cidade de Sorocaba, principal fator que

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

compromete a conservação da área do entorno do Parque, uma vez que não há uma legislação específica que garanta a proteção dessas áreas, havendo probabilidade das atividades antrópicas interferirem nos processos ecológicos, seja pela supressão da vegetação natural, assoreamento dos lagos e área de várzeas.

O Plano Diretor Municipal prevê o estabelecimento de diretrizes que assegurem as funções ambientais de suas áreas verdes, de modo que permita a infiltração de águas superficiais, e a conservação da biodiversidade, mitigação das ilhas de calor, da poluição sonora e atmosférica. Contudo, as diretrizes não são colocadas como atividades de implementação dos órgãos gestores, tornando-as pouco efetivas (PREFEITURA MUNICIPAL DE SOROCABA, 2014).

Estudos similares também evidenciaram o crescimento de áreas antrópicas e a expansão urbana em relação à conservação dos recursos naturais. No estudo de Freire et al. (2013), as áreas naturais do estuário do rio Cocó, na cidade de Fortaleza, entre os anos de 1985 e 2007, apresentaram, no primeiro período analisado (1985- 1996), um aumento total de 60,37% das áreas urbanas, devido a uma intervenção do poder público, priorizando a expansão da estrutura de mobilidades da cidade, e aumento de conjuntos habitacionais.

No período seguinte (1996-2007), os autores apontaram no mesmo estudo que houve redução do total do crescimento das áreas urbanas (39,63%), devido à valorização econômica das áreas de entorno e a criação do Parque Ecológico do Cocó, que permitiu um maior controle e monitoramento da expansão imobiliária.

Já na análise do uso do solo entre os anos de 1986 e 2007, realizada por Sampaio (2006) no entorno do Parque Nacional de Brasília, constatou-se que o solo exposto e a malha urbana foram as principais transformações, devido à expansão da malha viária e da habitação. Essa expansão revelou um esgotamento da possibilidade de transição da fauna e flora entre parque e o entorno. Além disso, a alta especulação imobiliária e a falta de atuação dos órgãos públicos e mobilização da cidade, resultando em grande fragilidade das áreas naturais.

A necessidade de expansão urbana conferiu uma supressão dos recursos naturais para suprir a demanda da população urbana por espaço, apresentando uma nova configuração do uso e ocupação do solo na área de estudo, colocando em risco a interação entre as áreas naturais e a população local e colaborando com uma deterioração da qualidade de vida das pessoas.

Nos últimos anos, houve a implantação dos condomínios Jardim Residencial Vicente de Moraes, Jardim do Paço, Viva Verde, Torres de Málaga, Viva Vida residencial, Póeme Residencial, Residencial Elegance, Residencial Parque Smart, Spazio, Parque Serrano e o Nature Park.

A expansão dessas áreas favorece a pressão das atividades antrópicas no limite do Parque e contribui para uma descaracterização do meio físico e biótico, sendo cada vez mais intensificada pela falta de fiscalização e pelo somatório de impactos, com o risco de extinção de espécies da flora e da fauna, aumento da temperatura local e da poluição sonora, contribuindo para uma fragilidade da conservação do sistema ecológico e da baixa qualidade de vida da população (MORAIS, 2009).

Em relação à população, Mello-Théry (2011) reforça a importância da integração entre os cidadãos para desenvolver organizações com autoridade de gerenciamento dos próprios recursos naturais locais, que podem ser mais eficientes do que grandes órgãos públicos, por se tratar de uma escala menor de gerenciamento desses recursos.

Ao investigar a percepção da população visitante do PNCM, Sperandio (2017) identificou que os frequentadores reconhecem, no âmbito do meio físico, a importância dos recursos hídricos e da paisagem natural como elementos de destaque na paisagem urbana.

Em relação ao meio biótico, Sperandio (2017) também confirmou que os visitantes reconhecem a importância da vegetação, não só como fator de contemplação e conservação da paisagem, mas também como elemento de interação com a fauna do entorno do Parque. Por

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

fim, os entrevistados apontaram ser de responsabilidade de todos, e não somente dos órgãos ambientais, a realização de ações para a conservação e manutenção do PNCM.

O NRVI apresentou um escore de -0,68, demostrando que a cobertura vegetal apresenta alta vulnerabilidade ao estado de conservação. Esse resultado é coerente com o observado nas transições de uso do solo da área, identificando-se que as atividades antrópicas possuem maior percentual de áreas de uso do solo em ambos os períodos. Considerando a possibilidade de expansão urbana e a ausência de fiscalização, a condição natural tende a ficar cada vez mais prejudicada.

A exposição antrópica do Parque foi avaliada considerando a interação do cálculo do IC e IEB que culminaram na obtenção do IEA, apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores intermediários para obtenção do **IEA**

	Valores
Área	15048 m²
Perímetro	1859,91 m
IC	0,23
IEB	0,28
IEA	0,44

Segundo Greggio et al. (2009) o baixo valor encontrado para o IC confere ao fragmento uma condição de maior susceptibilidade ao efeito de borda, principalmente devido à presença das atividades antrópicas no entorno que contribuem para a sua maior fragilidade.

Embora observe-se o alto percentual de uso antrópico do Parque, o IEB analisa os usos limítrofes do Parque na distância de 1 metro, o que contribuiu para um valor equivalente a uma baixa pressão das atividades externas, principalmente devido à presença de vegetação natural nesta faixa. O uso do solo limítrofe predominante foi a área urbana e industrial, caracterizada pela presença dos condomínios Torres de Málaga, Póeme Residencial, Residencial Elegance e a empresa DHM Terraplanagem.

É importante considerar que a baixa pressão das atividades antrópicas em 2017 induziu um equilíbrio entre a qualidade de vida e qualidade ambiental, favorecendo o desenvolvimento das funções socioambientais nas áreas verdes urbanas. Contudo, essa análise se dá considerando apenas a área limítrofe de 1 metro do Parque, o que não permite afirmar que a degradação identificada em todo o entorno não possua impacto significativo na sua conservação. É preciso ressaltar que a segurança da condição natural só será garantida quando houver políticas públicas eficazes para balizar a relação entre as áreas internas e externas às áreas verdes naturais com o impacto sobre os recursos naturais (LIMA; AMORIM, 2011).

Segundo Lourenço et al. (2014), o valor encontrado para o IEA expressa que o Parque apresenta uma classificação média de exposição, sendo assim, como a forma do Parque é estática, o principal fator que expõe a vulnerabilidade dessa área será o tipo de atividade que ocorre no seu entorno. Logo, o controle da antropização e a manutenção de áreas naturais no espaço limítrofe são essenciais para reduzir ou manter a média exposição encontrada.

É importante considerar que as atividades antrópicas no entorno das áreas verdes trazem consequências negativas, tanto para o desenvolvimento natural dessas áreas, como para as funções socioambientais atribuídas a elas. O Parque apresenta-se circundado por condomínios verticais e alto grau de impermeabilização do solo, alagamento, formação de ilhas de calor e o aumento da poluição no seu perímetro (GOMES; LAMBERTS, 2009). Essas áreas impermeabilizadas interferem diretamente na infiltração da água no solo e no regime de escoamento do rio e dos lagos que se conectam a área hídrica do Parque e áreas vegetadas do entorno.

A presença dos condomínios traz, em sua estética, uma monotonia visual quebrando a

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

beleza natural presente na vegetação de Mata Atlântica que encontra-se inserida no Parque, gerando conflitos com as funções destinadas à população que o frequenta, uma vez que a paisagem monocromática junto com a poluição sonora podem atrapalhar o desenvolvimento das atribuições educacionais e psicológicas, ocasionando uma perda da qualidade ambiental presente nessa área.

A Tabela 2 apresenta a Matriz de impactos externos ao parque relacionados com os aspectos físicos, bióticos e antrópicos analisados. Já a Figura 8 apresenta o gráfico relativo ao quantitativo de impactos externos ao PNCM.

Tabela 2 - Matriz de Impactos Externos ao Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes", Sorocaba, São Paulo.

		Elementos Naturais e Humanos										
		Físico				Biótico				Socioeconômico		
		Terra		Água		Flora	Fauna			Uso do Solo		
		Solos	Temperatura	Qualidade	Recarga superficial	Vegetação	Avifauna	Animais aquáticos	Animais terrestres	Educacional	Lazer	Serviços
Impactos Externos	Adensamento Urbano	**-11**	**-11**	**-7**	**-9**	**0**	**-10**	**0**	**-10**	**0**	**0**	**0**
	Adensamento Populacional	**-11**	**0**	**-8**	**0**	**0**	**-10**	**0**	**-10**	**0**	**0**	**0**
	Ruídos	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-9**	**0**	**-10**	**-8**	**-8**	**0**
	Poluição Hídrica	**-10**	**0**	**-11**	**-11**	**0**	**-10**	**-11**	**-10**	**-10**	**-10**	**0**
	Malha Viária	**0**	**-8**	**0**	**-10**	**0**	**0**	**0**	**-8**	**0**	**0**	**-10**
	Tráfico de Veículos	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-8**	**0**	**10**	**-10**
	Resíduo Sólido	**0**	**0**	**-9**	**-9**	**0**	**-9**	**-9**	**-9**	**-10**	**-10**	**-9**
	Impermeabilização	**-10**	**-10**	**0**	**11**	**0**	**0**	**0**	**-9**	**0**	**0**	**0**
	Erosão	**-11**	**0**	**-11**	**-10**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Legenda: Células em vermelho – impactos negativos; Células em cinza – impactos neutros; Células em verde – impactos positivos.

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

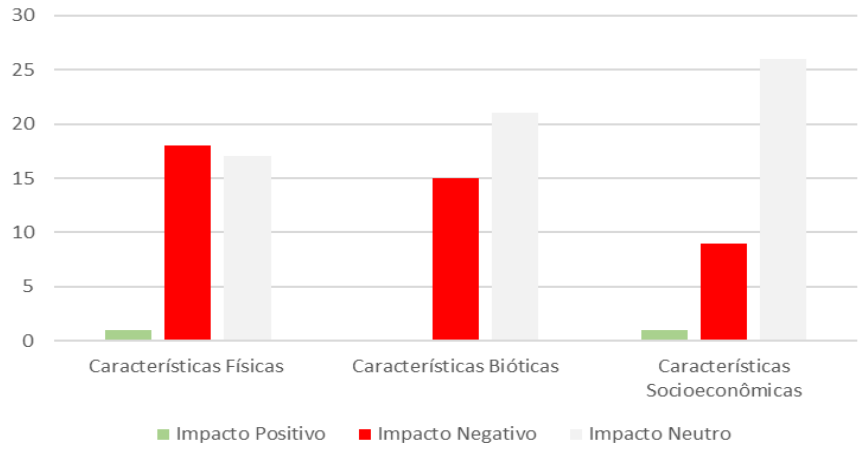


Figura 8 - Quantitativo de Impacto Externo por característica no Parque Natural dos Esportes " Chico Mendes", Sorocaba, São Paulo.

O maior quantitativo de impactos externos negativos foram diagnosticados para o meio físico, com destaque para o adensamento urbano, poluição hídrica e erosão. Na característica biótica, os impactos negativos contribuem para a poluição hídrica e o descarte incorreto de resíduos sólidos causam efeitos negativos para a avifauna e animais terrestres. Quanto às características socioeconômicas, a poluição hídrica e os resíduos sólidos também refletem o prejuízo ao bem-estar da população.

Dentre os impactos negativos, pode-se destacar que o estacionamento do Parque se apresenta muito próximo às suas áreas internas, contribuindo com o aumento do volume de gases poluentes automotivos e ruídos, somados com os do tráfego, podendo prejudicar parte da fauna do parque, principalmente os animais terrestres e a avifauna. A presença das áreas urbanas e comerciais circunvizinhas também conferem um alto adensamento populacional, demandando grandes quantidades de recursos naturais, podendo expor o solo a degradação.

A Tabela 3 apresenta a Matriz de impactos internos ao parque relacionados com os aspectos físicos, bióticos e antrópicos analisados. A Figura 9 apresenta o gráfico relativo ao quantitativo de impactos internos.

O maior quantitativo de impactos internos negativos foram diagnosticados para o meio biótico, dentre eles a lixiviação, provenientes da vulnerabilidade do solo nas áreas de trilhas, por falta de manutenção, e a presença de resíduos sólidos que comprometem diretamente os recursos naturais, comprometendo a saúde da fauna, além de atraírem vetores de doença que possam colocar em risco a população.

Do ponto de vista dos impactos internos positivos, os principais foram a interceptação hídrica, que garante maior infiltração de água no solo, e a coleta de lixo periódica, que mantém o parque esteticamente conservado e garante um melhor desenvolvimento socioeconômico das atividades de lazer e educação.

O interior do parque apresenta impactos negativos representados pela presença de espécies exóticas e esparsas entre a vegetação natural e que, embora contribuam para o controle térmico e abrigo à fauna, podem acarretar prejuízos ao ecossistema natural por competição com as demais espécies da flora local. Em função da mobilidade de serviços, lazer e pessoas, a impermeabilização do solo também se converte em um impacto que propicia a diminuição da infiltração da água, o abastecimento subterrâneo e o aumento do escoamento superficial.

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

Tabela 3 - Matriz de Impacto Interno ao Parque Natural dos Esportes "Chico Mendes", Sorocaba, São Paulo

	Elementos Naturais e Humanos											
	Físico				Biótico				Socioeconômico			
	Terra		Água		Flora	Fauna						
	Qualidade dos solos	Regulação térmica	Qualidade	Recarga superficial	Vegetação	Avifauna	Animais aquáticos	Animais terrestres	Educacional	Lazer	Serviços
Espécies Exóticas	7	8	0	-8	-6	11	0	11	9	11	0
Impermeabilização do solo	-10	-11	0	-10	-10	-11	0	-11	0	-9	0
Trilhas	-9	-9	0	-7	-8	-9	0	-9	11	11	0
Ruídos	0	0	0	0	0	-8	0	-9	-8	-8	-8
Resíduo Sólido	-8	0	-10	0	0	-9	-9	-9	-7	-7	-5
Recreação	-10	0	0	0	-9	-9	0	-9	11	11	0
Interceptação Hídrica	11	11	11	11	11	10	11	10	9	9	11
Lixiviação	-10	0	-10	-7	-9	-8	-9	-9	-5	-5	-6
Atividade institucional de Educação Ambiental	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	0
Coleta de Lixo	11	0	11	11	11	11	11	11	11	11	11

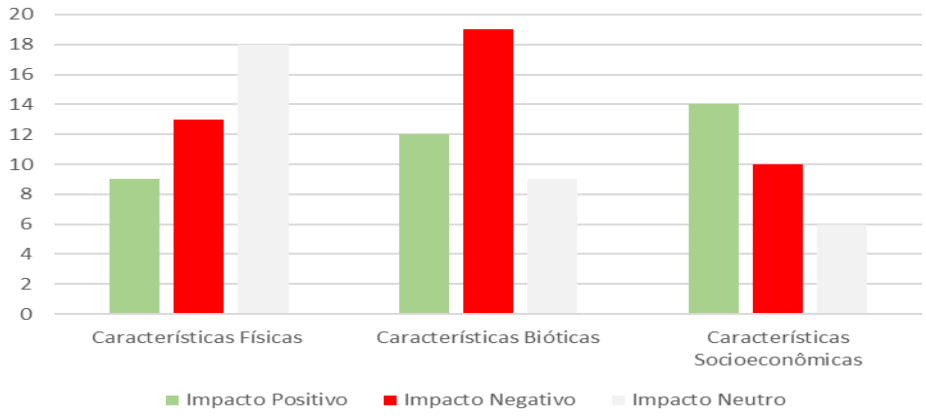


Figura 9 - Quantitativo de Impacto Interno por característica no Parque Natural dos Esportes " Chico Mendes", Sorocaba, São Paulo.

O parque também possui trilhas que servem como áreas de lazer e turismo para os visitantes, porém a compactação do solo proveniente dessa atividade, somada à erosão contínua gerada pelas atividades de manutenção e serviços do Parque e o intemperismo promovem a lixiviação do solo, carreando parte do material orgânico para outras áreas e, em longo prazo, processos erosivos mais severos e irreversíveis.

A utilização de automóveis no interior do Parque tem como finalidade auxiliar na locomoção dos servidores e dos serviços ofertados, porém a sua utilização contribui não só na compactação do solo, mas também emite gases poluentes que podem prejudicar a saúde

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

da fauna e inclusive trazer prejuízos à saúde da população frequentadora.

A presença das lixeiras com suas respectivas classificações quanto à destinação adequada dos resíduos gerados pelos visitantes mostra uma responsabilidade por parte da Prefeitura de Sorocaba em manter a limpeza do Parque como uma prioridade, a fim de evitar possíveis prejuízos, como vetores de doenças, que podem colocar em risco a saúde e bem estar da população em conjunto com a da fauna local, embora o lixo disperso pelos visitantes tenha sido identificado como um dos potenciais problemas internos ao parque.

Um segundo impacto positivo se refere ao Centro de Educação Ambiental (CEA), responsável pelo desenvolvimento de atividades que visam, por meio da educação, a integração da população com os elementos de meio ambiente constituintes do parque e desenvolvimento da educação ambiental a consciência da importância da conservação das áreas verdes.

4. CONCLUSÃO

No período de 22 anos analisados, a evolução das atividades antrópicas evidenciou uma forte mudança na paisagem de entorno do parque. A identificação multitemporal das atividades do entorno do PNCM comprovou que as áreas urbanas e industriais foram as mais representativas, sendo responsáveis pela supressão das matas e apresentando maior potencial de impacto ambiental no parque, uma vez que tendem a se expandir em função da urbanização da cidade de Sorocaba.

O valor do NRVI indicou que o entorno possui uma alta antropização, somada a uma exposição antrópica média do IEA com maior influência das atividades urbanas, devido à alta quantidade de condomínios instalados na região. Estes indicadores contribuíram para estimar um cenário atual e indicar caminhos para a tomada de decisão na gestão desta área verde.

A matriz de impacto externo ao parque evidenciou uma predominância negativa aos elementos naturais e humanos, uma vez que esses impactos foram provenientes da expansão urbana, da falta de planejamento e fiscalização por parte da prefeitura da cidade. Embora na matriz de impactos internos no parque tenham preponderado prejuízos aos elementos bióticos, principalmente à avifauna e aos animais terrestres, observa-se maior quantidade de impactos positivos que contribuem beneficamente à educação e bem-estar da população frequentadora e qualidade ambiental interna.

Como medida mitigatória, sugere-se desenvolver um plano de revegetação nas áreas de campo degradado, uma vez que esses representam uma considerável parcela da área de entorno, o que resultaria na melhoria das condições limítrofes do parque, contribuindo para a atenuação da poluição sonora, visual e controle térmico. A recuperação dessas áreas contribuirá para o aumento da conservação da biodiversidade local, a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população local, uma vez que os parques naturais não apresentam uma zona de amortecimento que reduza ou limite as ações antrópicas.

A partir das análises efetuadas pode-se concluir que o PNCM possui qualidade ambiental interna e serviços que beneficiam a população, mas o entorno contribui para uma ocupação antrópica que afeta diretamente as suas funções ecológicas e estéticas, com a impermeabilização, supressão da vegetação e expansão urbana descontrolada. Já as funções social, educacional e psicológica podem ser comprometidas à medida que o Parque deixa de ser visto como espaço de interação, recreação e de bem-estar pela população e o fluxo de visitantes diminui.

REFERÊNCIAS

AMARAL, M. B.; RIOS, S.A. Geoprocessamento: mapeamento do uso da terra no alto curso do Rio Piedade. **Revista de geografia física**, n. 2, p.1-8, 2012.

BARGOS, D.C.; MATIAS, L. F.; Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

conceitual. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011.

BARGOS, D. C. **Mapeamento e análise das áreas verdes urbanas como indicador da qualidade ambiental urbana**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de Campinas, Campinas. 2010.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_584.html>. Acesso em: março de 2017.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 369 de 28 de março de 2006**. Dispõe sobre os casos excepcionais de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação e Área de Preservação Permanente–APP. Brasil, DF: Diário Oficial da União, 2006.

ESTEVÊZ, L. F.; NUCCI, J. C. A questão ecológica urbana e a qualidade ambiental urbana. **Revista Eletrônica do Programa de Pós Gradação em Geografia – UFPR**, v. 10, n.1, p. 26 – 49, 2015.

FEITOSA, S. M. R.; GOMES, J. M. A.; NETO, J. M. M.; ANDRADE, C. S. P.; Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina-Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, p. 58-75, 2011.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. 1 Ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos. 2008. 160p.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.

GOMES, P. S.; LAMBERTS, R. O estudo do clima urbano e a legislação urbanística: considerações a partir do caso Montes Claros, MG. **CEP**, v. 31270, p. 901, 2009.

GREGGIO, T. C.; PISSARA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M. Avaliação dos fragmentos florestais do município de Jaboticabal-SP. **Revista Árvore**, v. 1, p.117-124, 2009.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista Labverde**, n. 1, p. 92-115, 2010.

IKEMATSU, P.; SILVA, A. M.; PAULA, F. P.; NOGUEIRA, D. P.; SILVEIRA, F. M.; ALVES, S. H.; BOMBACK, M. Dimensionamento e estudo dos fatores condicionantes de duas voçorocas localizadas no município de Sorocaba (SP). **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 24, p. 76-85, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades:** municípios. Disponível em:< https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso: março de 2017.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T.; A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Formação (Online)**, v. 1, n. 13, p. 139-165, 2011.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 10, n. 18, p. 264-272, 2014.

LOURENÇO, R. W.; SILVA, D. C. C.; SALES. J. C. A.; CRESPO, G. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Elaboração de uma metodologia de avaliação de fragmentos de remanescentes florestais como ferramenta de gestão e planejamento ambiental. **Ambiência**, v. 10, n. 3, p. 685-698, 2014.

MELLO-THERY, N.A.; Conservação de áreas naturais em São Paulo. **Estudos Avançados**, v.25, n.71, p. 175-188, 2011.

MORAIS, L. M. F. A. **Expansão Urbana e Qualidade Ambiental no litoral de João Pessoa-PB**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba. 2009.

PREFEITURA DE SOROCABA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Físico Territorial do Município de Sorocaba**. 2014.51 p. Disponível em: <http://obras.sorocaba.sp.gov.br/plano-diretor/> Acesso em: 30 mar. 2019.

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738

SAMPAIO, C. S.; Uso do solo no entorno do Parque Natural de Brasília: Uma análise multitemporal. **Revista Brasileira de Geografia**, v.2, n.58, p. 155-168.2006.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental:** teoria e prática. Oficina de textos: São Paulo,

2004. 184p.

SEADE. Sistema Estadual de Análise de Dados de São Paulo. **Perfil dos municíos paulistas.** Disponível em: <http://www.perfil.seade.gov.br/>. Acesso em: 30 mar. 2019.

SPERANDIO, F. C. **Uma proposta metodológica para a avaliação da percepção ambiental de usuários de parques urbanos municipais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual Paulista. 2017.

SMITH,W. S.; MOTA JUNIOR,V. D.; CARVALHO, J. L. **Biodiversidade do Município de Sorocaba**. 1 Ed. Sorocaba: Secretaria Municipal de Sorocaba, 2014. 270p.

TRENTIN, G.; SIMON, A. L. H. **Análise da ocupação espacial urbana nos fundos de vale do município de Americana–SP, Brasil**. Disponível em: <observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Geografiasocioeconomica/Geografiaurbana/287.pdf>. Acesso em: novembro, 2017.

VAEZA, R. F. et al. uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, v. 17, n.1, p.23-29, 2010.