PRESSÃO URBANA E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO: ANÁLISE ECOLÓGICA DA PAISAGEM

Tadeu da Costa Gaspareto
Sueli Angelo Furlan

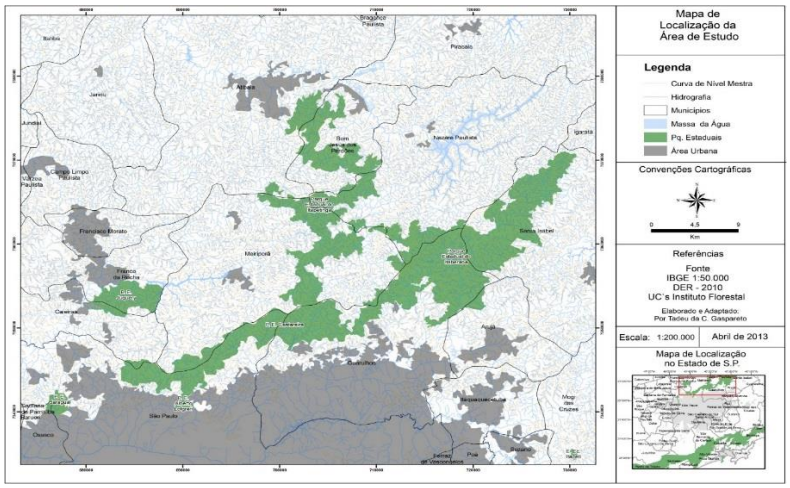
RESUMO

A expansão da metrópole de São Paulo resultou em grandes pressões sobre os remanescentes de Mata Atlântica do Planalto Atlântico. Permanecem fragmentos protegidos por Unidades de Conservação. Estas vêm sendo paulatinamente pressionadas por diversas atividades impactantes. A expansão urbana desconsiderou as características naturais e impôs severas e complexas modificações diretas e indiretas ao sistema natural, ultrapassando limites de resiliência. Apresenta-se estudos em Ecologia da Paisagem Urbana distribuídos em 4 conjuntos cartográficos que permitem uma visualização da pressão urbana e da fragmentação. Utilizou-se duas escalas: a das pressões urbanas a 2 Km dos Parques Estaduais da Cantareira, Juquery, Jaraguá, Itapetininga e Itaberaba e na paisagem-mosaico dos 5 parques. Apesar da alta antropização do entorno destes Parques, existem locais que podem ser utilizados para aumentar o nível de proteção de habitats florestais.

1. INTRODUÇÃO

A urbanização resultou em transformações da paisagem com crescente perda de resiliência dos habitats urbanos (MEEROW, 2016; LIAO, 2012). A metrópole de São Paulo é uma das regiões mais populosas do Brasil e do mundo. Formada por 39 municípios e uma população estimada em 20 milhões de habitantes (IBGE, 2010). A urbanização da região concentrou grandes pressões sobre os fragmentos florestais remanescentes da cobertura florestal original de Mata Atlântica do Planalto Atlântico. Apesar disto, ainda permanecem importantes fragmentos que se localizam predominantemente nos relevos serranos da Borda da Bacia Sedimentar de São Paulo em Unidades de Conservação. Com a expansão urbana, as áreas protegidas vêm sendo paulatinamente pressionadas por atividades agropastoris, minerárias, infraestruturas viárias, loteamentos, entre outros.

Esta pesquisa aborda a fragmentação de habitats florestais na Região Metropolitana de São Paulo (setor norte) e as possíveis conexões entre Parques Estaduais que se encontram em forte ameaça de fragmentação pela expansão urbana e a crescente densidade de novas rodovias implantadas (Mapa 1).



Mapa 1 – Localização da área de Estudo. A cor verde representa os Parques Estaduais Cantareira, Alberto Lofgreen, Jaraguá, Juquery, Itapetinga e Itaberaba

1.1.Unidades de Conservação de Proteção Integral na RM de São Paulo

Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) a Fundação Florestal administra 23 Unidades de Conservação. Os principais remanescentes de Floresta Ombrófila Densa Montana estão protegidos por Parques de proteção integral que representam fragmentos significativos de florestas. Há remanescentes de cerrados e campos protegidos por estes instrumentos. Avaliaram-se as pressões da expansão urbana no setor norte da RMSP em 5 Parques Estaduais:

1.1.1. Parque Estadual Alberto Löfgren

Localizado no Município de São Paulo. Foi criado em 1896 e abrange uma área de 174 ha. O relevo caracteriza-se pela presença de colinas nos contrafortes da Serra da Cantareira, com altitudes em torno de 790 m, situado no Planalto Atlântico. A vegetação representa um fragmento da Floresta Ombrófila Densa Montana.

1.1.2. Parque Estadual da Cantareira

Parque Estadual da Cantareira abrange uma área de 7.900 ha nos municípios de São Paulo, Caieiras, Mairiporã e Guarulhos. Foi criado em 1963/68. Situa-se no Planalto Atlântico, ocupando parte do maciço da Cantareira e da Serra de Piracaia, com altitudes que variam de 860 a 1.215 m. Na área de estudo predominam as formas de relevo denudacionais, com morros médios e altos de topos aguçados a convexos. O PE da Cantareira é recoberto pela Floresta Ombrófila Densa Montana caracterizada pela alta umidade.

1.1.2. Parque Estadual do Juquery

O Parque Estadual do Juquery possui área de 3.000 ha. Criado em 1999. Está inserido na porção noroeste da RMSP, municípios de Franco da Rocha e Caieiras. A área do Parque é drenada pelo rio Juquery que integra o Sistema de Cantareira, responsável por 56,70% do abastecimento de água da RMSP. Encontra-se na área de preservação o único remanescente de Cerrado da região.

1.1.3. Parque Estadual do Jaraguá

O Parque Estadual do Jaraguá foi criado em 1961. Limita-se com os municípios de São Paulo e Osasco. Ocupa área de 492,68 ha. Situado no Planalto Atlântico, apresenta remanescentes da Floresta Ombrófila Densa Montana com elementos de campos de altitude no topo dos morros mais altos. O Pico do Jaraguá é um marco referencial da história da paisagem de São Paulo.

1.1.2. Parque Estadual Itapetinga e Itaberaba e Monumento Natural Pedra Grande

A criação destes parques em março de 2010 pelo decreto nº. 55.662, criou os Parques Estaduais de Itaberaba, o Parque Estadual de Itapetinga e o Monumento Natural Pedra Grande com uma área total de 29.072,68 ha. Situa-se numa área de relevância para a proteção da biodiversidade formando o corredor Cantareira-Mantiqueira. São áreas florestadas com grandes afloramentos rochosos, donde se destaca a Pedra Grande, com elevações acima de 800 m de altitude. É uma importante área de manancial para a RMSP

2. PROCEDIMENTOS DE ESTUDO

Para análise da composição e estrutura da paisagem, foi realizado inicialmente um mapeamento do Uso e Ocupação da Terra do entorno de 2 km do perímetro do PE da Cantareira, utilizando imagem IKONOS (2009/2010), escala 1:30.000, com a possibilidade de correção com imagens de detalhe fornecidas pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo. Utilizando o SIG ArcGis 9.3 foi composta a paisagem-mosaico incluindo todos os Parques Estaduais. Esse mapeamento de detalhe na Zona de Amortecimento dos Parques foi elaborado na escala 1:10.000 (GASPARETO, 2008, 2014). Os vetores de vegetação foram obtidos do inventário florestal de 2009 do Instituto Florestal - SP a partir da imagem de satélite *Alos* de resolução 0.25m.

2.1. Análise das conexões de habitat a partir da cobertura vegetal.

A Ecologia da Paisagem nos oferece um aporte teórico-metodológico que possibilita testar modelagens de paisagens, e assim compreender quais são as possibilidades de conexão entre fragmentos remanescentes. Alguns softwares utilizados foram desenvolvidos para assessorar cálculos estatístico-probabilísticos, tais como os programas *Patch Analyst* e *V-late* e o programa *Fragstats*. Os dois primeiros programas utilizam vetores no formato *shapefile*, tendo como resultado tabelas na extensão dbf, enquanto que o último utiliza arquivos do tipo *raster* no qual as análises são feitas por agrupamento e semelhança dos *pixels.*

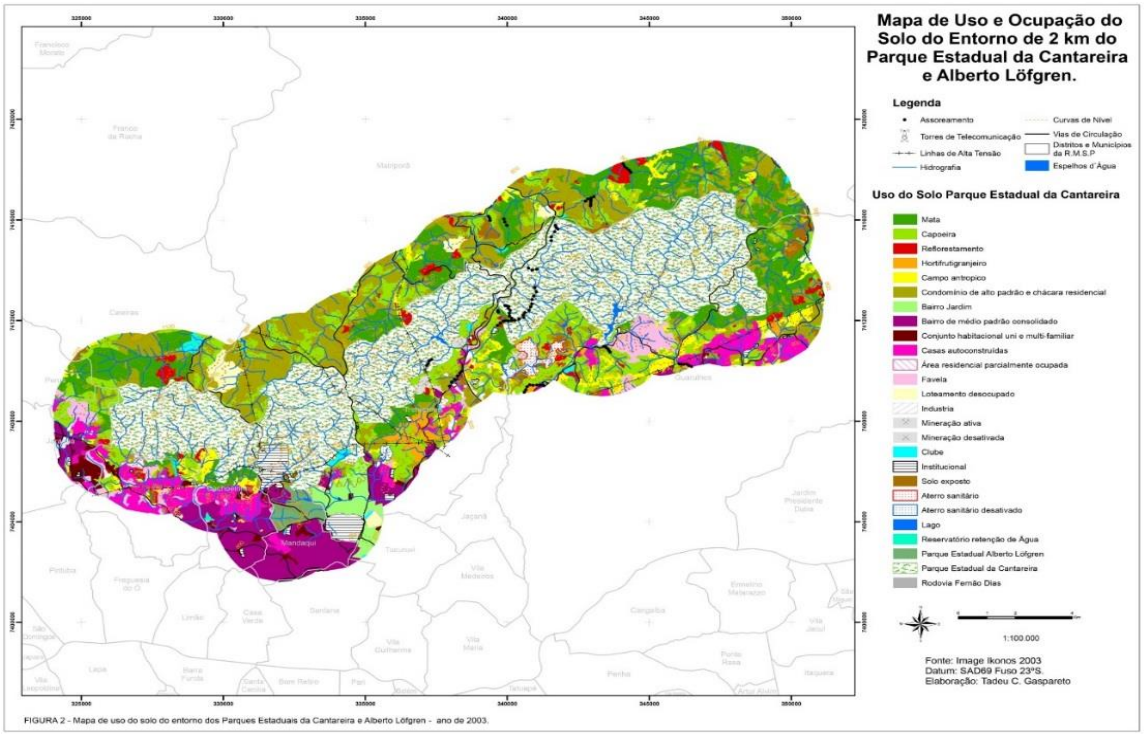
Segundo McGarical (2004) não existe uma metodologia pronta para escolha de quais métricas usar, mas é necessário compreender para que servem as métricas e testá-las, utilizando-se algumas métricas que deem resultados consistentes na leitura da paisagem. Foram testadas quatro análises a partir de métricas da Paisagem: a de uso e ocupação da terra no entorno / permeabilidade da paisagem / o contraste de borda e as fronteiras na paisagem / locais chave para conexão na paisagem.

3. RESULTADOS

Os primeiros mapas representam a matriz de uso e ocupação da terra do entorno dos Parques, identificando as principais classes de uso que podem influenciar negativamente o mosaico das diferentes unidades de conservação, ou seja, classes consideradas não habitats para algumas espécies. O segundo estudo trata da permeabilidade da paisagem-mosaico. Este é fundamental como pano de fundo para avaliar e decidir sobre novos licenciamentos de atividades na região, pois indica desenhos potenciais da permeabilidade da paisagem para a fauna e flora. O terceiro grupo de mapas apresenta resultados da aplicação das métricas (Contraste e Borda) utilizados na análise da paisagem dos Parques. O quarto grupo de mapas representa uma síntese geral dos estudos da paisagem englobando todos os Parques Estaduais do setor norte da metrópole, seu entorno imediato de 2 km e mais um raio variável de 3 a 7 Km. No quarto grupo de mapas, indicam-se os pontos chave de conectividade pela técnica de janela flutuante (*Moving Window).*

3.1. Estudo 1 – Uso e Ocupação da Terra no entorno dos Parques

No entorno dos PEs da Cantareira e Alberto Löfgren, na face Norte, municípios de Guarulhos, Mairiporã e Caieiras, predominam condomínios de alto padrão, sítios/chácaras residenciais e expressivas áreas cobertas por vegetação nativa (matas e capoeiras), reflorestamentos de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. A face Sul abrange os municípios de São Paulo e Guarulhos. Destaca-se a ocupação urbana representada por casas autoconstruídas, favelas, áreas residenciais parcialmente ocupadas, bairros de médio padrão, bairros-jardim, conjuntos habitacionais, loteamentos desocupados e indústrias. Predomina a moradia precária da periferia de ambos os municípios (Mapa 2 e Tabela 1).

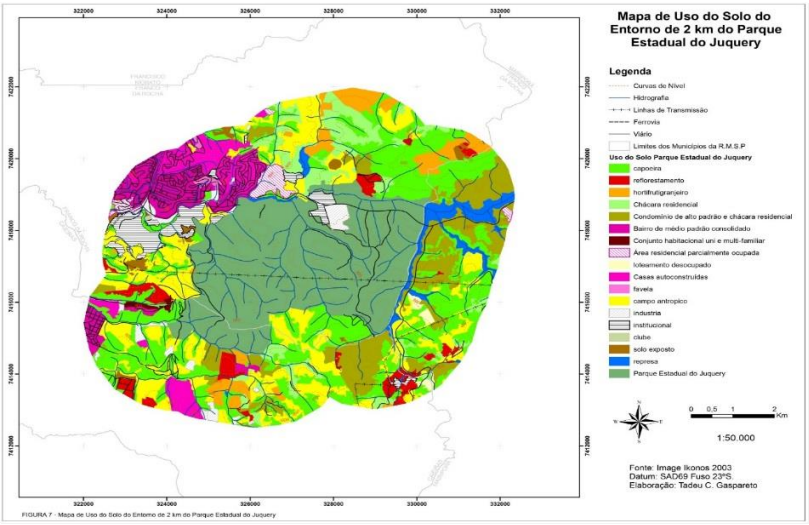


Mapa 2 – Uso e Ocupação da Terra no entorno de 2 Km do PE da Cantareira (Gaspareto et al, 2008)

Tabela 1 - Resultados em área (ha) e porcentagem entre as classes mapeadas para o Uso e ocupação da Terra no PE Cantareira (Gasparetto et al 2008)

Classe	**Área (ha)**	**% Área Total**
Mata	2.828,32	18,66
Capoeira	2.610,80	17,22
Silvicultura	372,87	2,46
Hortifrutigranjeiro	244,94	1,62
Campo antrópico	809,56	5,34
Condomínio alto padrão, sítio e chácara res.	3.322,49	21,92
Bairro Jardim	353,65	2,33
Bairro de Médio padrão	1.297,88	8,56
Conjunto habitacional uni e multi-familiar	199,29	1,31
Casas autoconstruídas	1.103,36	7,28
Área residencial parcialmente ocupada	42,59	0,25
Favela	529,21	3,49
Loteamento desocupado	227,93	1,50
Indústria	101,90	0,67
Mineração ativa	52,38	0,35
Mineração desativada	13,24	0,09
Clube	102,93	0,68
Depósito clandestino de lixo	0,11	0,00
Institucional	387,63	2,56
Solo exposto	302,42	2,00
Aterro sanitário ativo	126,74	0,84
Aterro sanitário desativado	43,10	0,28
Lago	14,54	0,10
Reservatório de retenção de água	16,32	0,11
Rodovia Fernão Dias	54,20	0,38
Total	**15.158,40**	**100,00**

No entorno do PE do Juquery, a pressão urbana concentra-se à noroeste e leste da área de entorno (Mapa 3 e Tabela 2). Alguns remanescentes florestais expressivos podem funcionar como corredores ecológicos, evitando-se assim, o progressivo isolamento do Parque em meio à mancha urbana. A classe mais representada é a das Florestas Secundárias (Capoeiras).

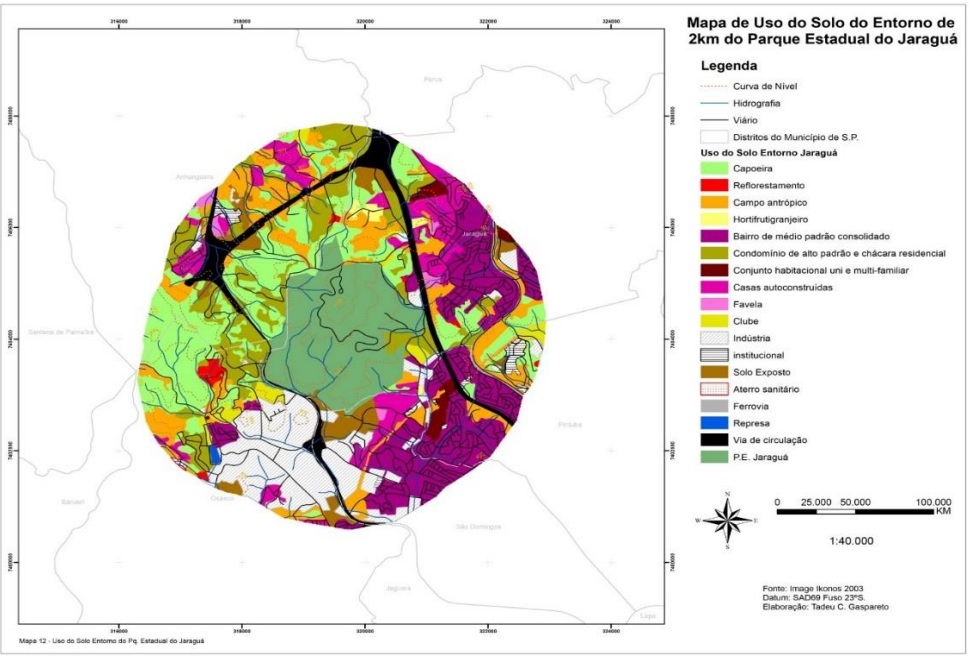


Mapa 3 – Uso e Ocupação da Terra no entorno de 2 Km do PE Juquery (Gaspareto, 2014)

Tabela 2 - Resultados em área (ha) e porcentagem entre as classes mapeadas para o Uso e ocupação da Terra no Parque Estadual Juquery (Gasparetto, 2014)

Classe	**Área (ha)**	**% Área Total**
Capoeira	1.634,54	28,30
Silvicultura	197,58	3,42
Campo antrópico	995,32	17,23
Hortifrutigranjeiro	255,21	4,42
Condomínio alto padrão	680,52	11,78
Chácara residencial	390,92	6,77
Bairro de Médio padrão	319,44	5,53
Casas autoconstruídas	574,03	9,94
Favela	17,95	0,31
Conjunto habitacional uni e multi-familiar	16,40	0,28
Área residencial parcialmente ocupada	85,32	1,48
Loteamento desocupado	29,27	0,51
Indústria	111,25	1,93
Institucional	218,51	3,78
Clube	2,23	0,03
Represa	186,87	3,23
Solo exposto	61,22	1,06
Total	**5.776,58**	**100,00**

No entorno do Parque Estadual do Jaraguá existe intensa ocupação urbana. Vias como a Rodovia dos Bandeirantes, praticamente isolaram esta unidade de conservação na mancha urbana (Mapa 4). No entanto, o PE Jaraguá apresenta mais de 30% do seu entorno ainda florestado (Tabela 3)

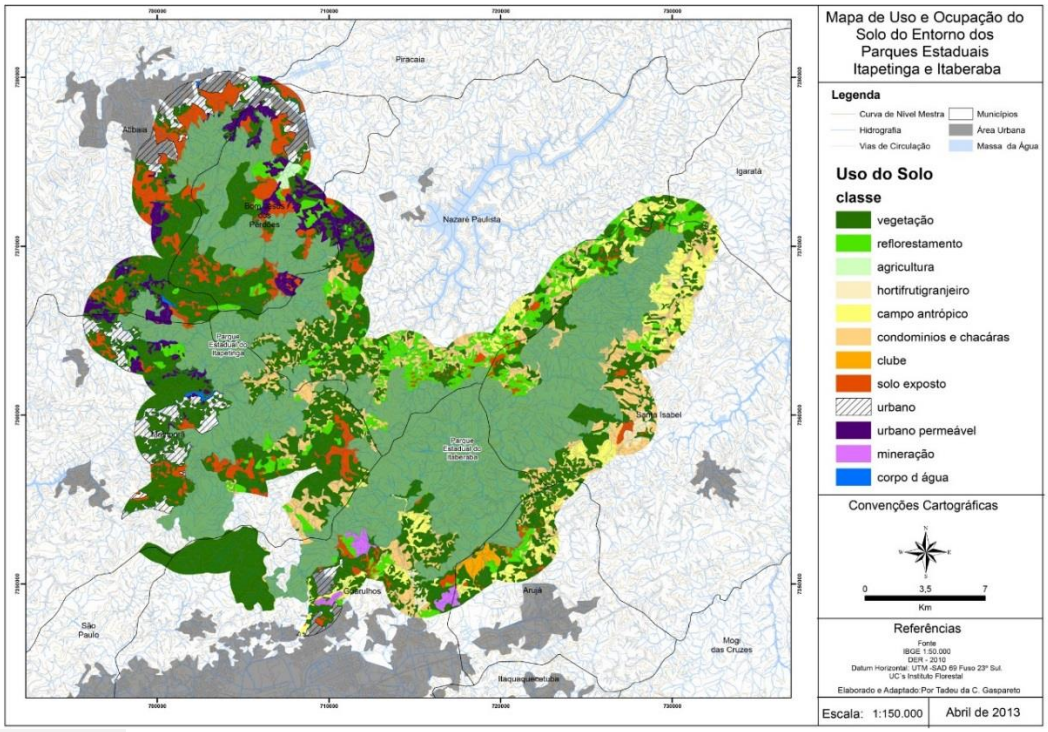


Mapa 4 - Uso e Ocupação da Terra no entorno de 2 Km do Parque Estadual da Jaraguá (Gaspareto, 2014)

Tabela 3 - Resultados em área (ha) e porcentagem entre as classes mapeadas para o Uso e ocupação da Terra no Parque Estadual Jaraguá (Gaspareto, 2014)

Classe	Área (ha)	% Área Total
Capoeira	644,77	31,52
Silvicultura	21,82	1,07
Campo antrópico	376,11	18,38
Bairro de Médio padrão	536,24	26,21
Hortifrutigranjeiro	18,64	0,91
Condomínio alto padrão, Sítio, Chac. Res.	350,91	17,15
Conjunto habitacional uni e multi-familiar	40,57	1,98
Casas autoconstruídas	250,48	12,24
Favela	22,07	1,08
Indústria	412,15	20,15
Institucional	31,39	1,53
Clube	64,01	3,13
Solo Exposto	123,78	6,05
Aterro Sanitário Ativo	1,99	0,10
Ferrovia	10,19	0,50
Represa	4,40	0,22
Via de Circulação	178,96	8,75
Total	**2.045,76**	**100,00**

Os Parques Estaduais Itapetinga e Itaberaba, possuem maior quantidade de fragmentos florestais e também os mais extensos. São vitais para conexão entre fragmentos e corredores ecológicos com a Serra da Mantiqueira. Verifica-se uma extensa área de silvicultura, pequenas chácaras e condomínios residenciais de baixa densidade de ocupação (Mapa 5 e Tabela 4). Mais de 45% do entorno conta com importantes remanescentes de fisionomias florestais em vários estágios sucessionais.



Mapa 5- Uso e Ocupação da Terra no entorno de 2 Km do Parque Estadual da Itapetinga e Itaberaba (Gaspareto, 2008)

Tabela 4 - Resultados em área (ha) e porcentagem entre as classes mapeadas para o Uso e ocupação da Terra no Parques Estaduais Itapetinga e Itaberaba (Gasparetto, 2014)

Classe	Área (ha)	% Área Total
Agricultura	113,97	0,28
Campo antrópico	2.948,67	7,37
Clube	219,74	0,55
Condomínio e Chácaras Residenciais.	4.825,64	12,05
Corpo de água	57,19	0,15
Hortifrutigranjeiro	280,47	0,70
Mineração	300,89	0,75
Silvicultura	4.026,19	10,06
Solo Exposto	3.803,80	9,50
Urbano	2.949,70	7,37
Urbano Permeável	1.983,51	4,95
Cobertura Florestal várias fisionomias	18.524,41	46,27
Total	**2.045,76**	**100,00**

3.2. Estudo 2 – Mapeamento de permeabilidade da paisagem.

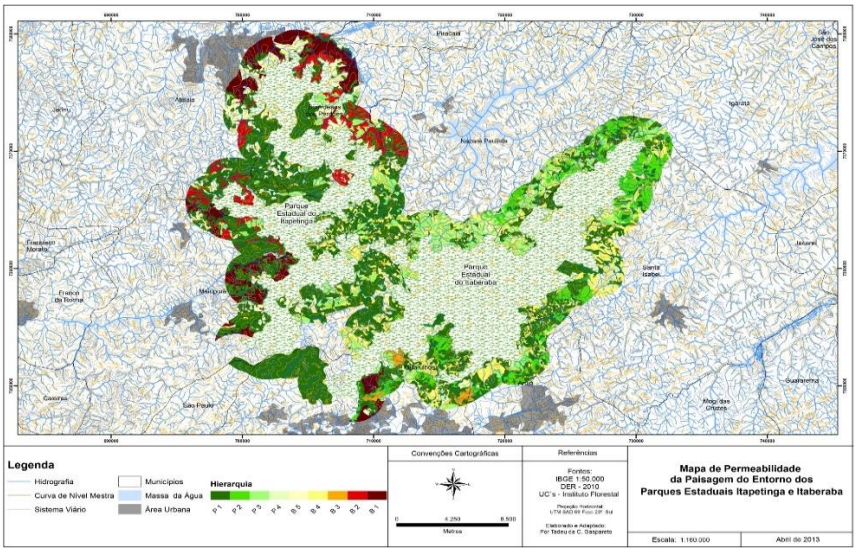
Neste estudo avaliaram-se as classes de uso quanto ao potencial de permeabilidade, considerando a situação mais permeável (P) e menos permeável (B). Criou-se 4 níveis de permeabilidade (P1 a P4) e 5 níveis (B1 a B5) para as barreiras a biodiversidade (Tabela 5).

Tabela 5 – Síntese do mapeamento da permeabilidade da paisagem (GASPARETO, 2014.

Classe	Tipo	Hierarquia	Área (ha)	% classe
Aterro sanitário	**BARREIRA**	**B1**	577.707,00	4,54
Bairro de médio padrão consolidado		**B1**	250.847,00	1,97
Bairro jardim		**B1**	562.513,00	4,42
Casas autoconstruídas		**B1**	725.959,00	5,70
Clube		**B1**	368.436,00	2,89
Conjunto habitacional uni e multi-familiar		**B1**	37.708,00	0,30
Corpo d'água		**B1**	95.312,00	0,75
Favela		**B1**	660.069,00	5,19
Ferrovia		**B1**	190.178,00	1,49
Industria		**B1**	362.179,00	2,85
Institucional		**B1**	799.965,00	6,28
Urbano		**B1**	48.966,00	0,38
Via de Circulação		**B1**	745.055,00	5,85
Mineração		**B2**	457.651,00	3,60
Urbano2		**B3**	574.252,00	4,51
Área residencial parcialmente ocupada		**B4**	985.979,00	7,75
Condomínios e chácaras		**B4**	271.047,00	2,13

residenciais				
Hortifrutigranjeiro		**B4**	740.454,00	5,82
Solo exposto		**B5**	479.778,00	3,77
Formação arbórea/arbustiva-herbácea em região de várzea	**PERMEÁVEL**	**P1**	729.611,00	5,73
Vegetação florestal remanescente		**P1**	413.384,00	3,26
Parques Estaduais		**P1**	680.046,00	5,34
Campo antrópico		**P2**	76.449,00	0,60
Loteamento desocupado		**P2**	820.251,00	6,44
Piscinão		**P3**	81.822,00	0,64
Silvicultura		**P3**	590.476,00	4,64
Agricultura		**P4**	402.802,00	3,16
TOTAL			**12.278.893,00**	100

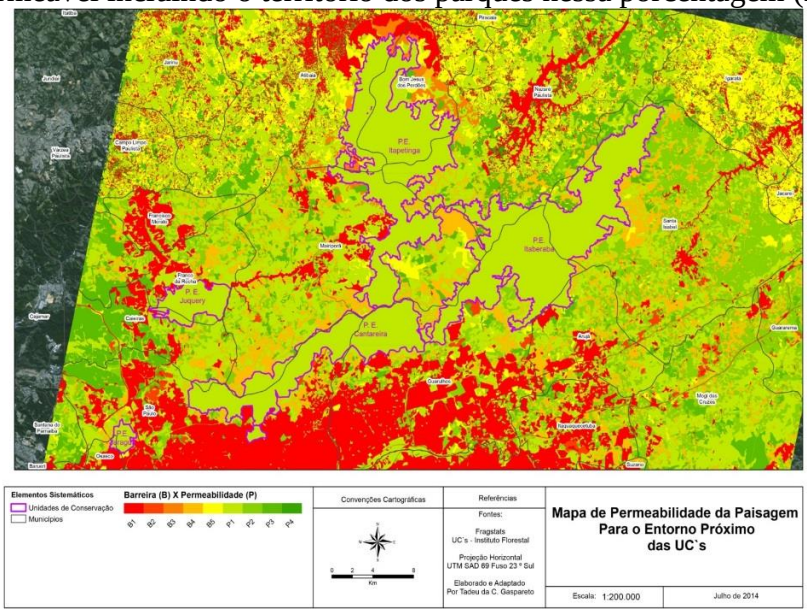
O mapa da permeabilidade e barreira da paisagem-mosaico revela maior permeabilidade no entorno do PE Itapetinga e Itaberaba e um setor mais consolidado da mancha urbana ao Sul do PE da Cantareira e Alberto Löfgren. (Mapa 6). A maior permeabilidade ocorre no setor norte, nordeste e noroeste, especialmente pela presença de condomínios e chácaras residenciais e antigos sítios hortifrutigranjeiros abandonados, juntamente com fragmentos de silvicultura e campos antrópicos. O PE Jaraguá encontra-se em situação crítica de isolamento, pois mais de 66% do seu entorno é constituído de barreiras para fluxos da biodiversidade.



Mapa 6 – Permeabilidade da Paisagem do Entorno do PE Itapetinga e Itaberaba. Observa-se que predominam as classes P1, P2 e P3

O PE Itapetinga e Itaberaba abrangem uma região chave de conexão neste mosaico. São as áreas de maior permeabilidade dentre todos os parques analisados (Mapa 6). Vale ressaltar que os pontos de barreira se concentram principalmente nos maiores municípios da região metropolitana (Atibaia e Mairiporã) e São Paulo. O resultado do estudo da permeabilidade da paisagem-mosaico foi fundamental, pois permitiu uma visão regional na escala 1:400.000 da espacialidade dos principais setores de

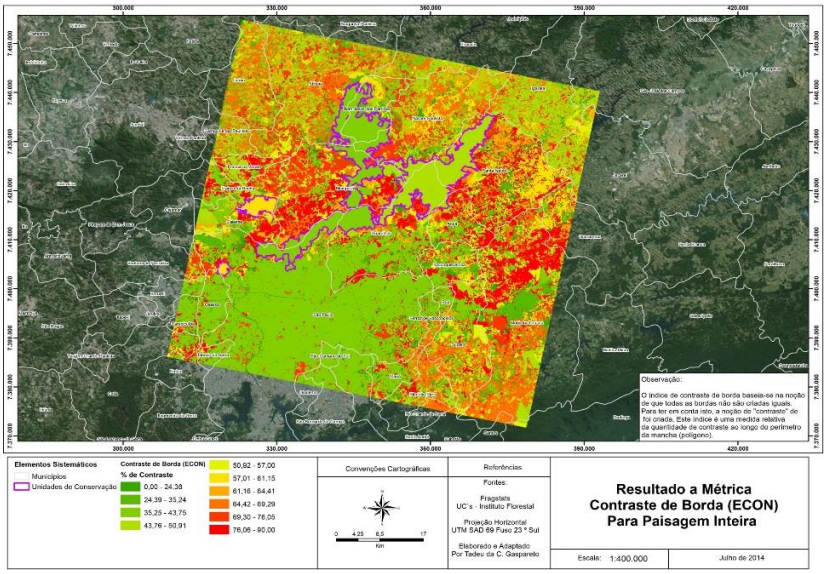
permeabilidade e de barreira, pois 70% da área formam paisagem barreira e 29% de área total permeável incluindo o território dos parques nessa porcentagem (Mapa 07).



Mapa 7 – Permeabilidade na Paisagem Mosaico - Os tons de verde incidam potenciais corredores ecológicos (Gaspareto, 2014).

3.3. Estudo 3 – Contraste de Borda e as fronteiras na paisagem

O contraste de borda pode assumir vários significados para diferentes processos ecológicos (DUNNING *et al.* 1992). Admite-se que uma mancha com um índice de 10% de contraste de borda tem muito pouco contraste com a sua vizinhança. Por outro lado, um *patch* com um índice de 90% de contraste de borda tem alto contraste com sua vizinhança. Note-se que este índice é uma medida relativa. Concluímos que apaisagem-mosaico possui forte contraste entre as classes, indicando ambiente muito fragmentado com alta complexidade de usos que pressionam significativamente os Parques e potencialmente impedem fluxos ecológicos (Mapa 8).

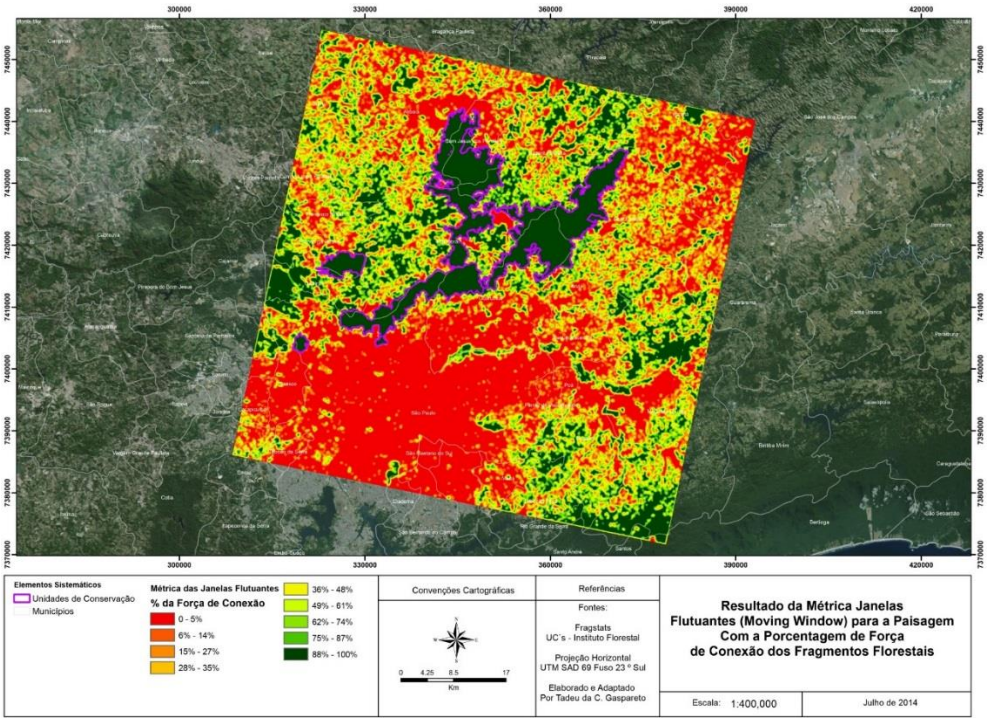


Mapa 8 – Pressão sobre os Parques a partir do contraste de borda. Indicando predomínio de grande contraste de borda entre os fragmentos.

3.4. Estudo 4 – Locais chave para conexão na Paisagem.

O objetivo deste estudo foi compreender onde se situam os locais chaves para a conexão na paisagem. A métrica de janelas flutuantes funciona com base em manchas focais, onde são adicionados raios sucessivos de determinado espaçamento até que esta mancha focal encontre outra mancha focal. O agrupamento das classes se deu para adequar a metodologia descrita por Hardt (2013). O resultado da aplicação do *Moving Window* gera um gradiente de porcentagem de habitat, ou seja, para cada pixel é atribuído um valor resultante do cálculo feito na janela que envolve o próprio pixel. Na representação desta métrica, ficam visíveis as classes de habitat (Mapa 9). A Classe 9 equivale à própria área dos parques estaduais e alguns fragmentos importantes no entorno, enquanto as Classes 7 e 8 envolvem as bordas e áreas de contato ou proximidade entre fragmentos. Este dado nos permite indicar os potenciais pontos de conexão, ou seja, as áreas contidas nas classes 6 a 8 são as mais propícias para o estabelecimento de conexões por representarem entre 49 e 87% de habitat.

Esta análise deve ser complementada pela avaliação pontual destas potenciais conexões, uma vez que o uso existente nestas áreas é decisivo na confirmação da viabilidade de restauração das ligações. Neste momento é possível apenas indicar as potencialidades desta métrica e dos dados gerados por ela. Para tomadas de decisão relativas à recuperação, onde restauração é uma escolha que não deve ser feita arbitrariamente. Isto significa que a concentração de esforços de recuperação não pode ser aleatória e as ferramentas de ecologia de paisagens tem cada vez mais contribuído com este aporte de informações e dados que direcionam estes esforços. Sendo assim, os subsídios gerados não simplificam a escolha das áreas, mas numa contextualização mais ampla, indica os pontos mais relevantes, e direciona o entendimento e estudo de áreas mais restritas fazendo com que os projetos de recuperação adquiram mais importância e embasamento.



Mapa 9 – Porcentagem de força de conexão dos Fragmentos florestais na Paisagem inteira (mosaico com todos os parques estaduais).GASPARETO, 2014

4. CONCLUSÕES

Os resultados apontam locais de maior ou menor pressão no entorno dos Parques Estaduais e para a Paisagem Mosaico. Apesar da alta antropização no entorno dos Parques Estaduais na fronteira norte da RMSP, ainda existem locais que podem ser utilizados para aumentar o nível de proteção e conexão de habitats florestais. Parece urgente que a permeabilidade do uso da terra seja considerada nas decisões de novas implantações na região. Ainda há setores muito favoráveis a fluxos na matriz, notadamente no entorno do PE Itapetinga e Itaberaba.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Geógrafa Katia Mazzei, pesquisadora do IF-SP que acompanhou o estudo e ao Dr. Milton Cezar Ribeiro pelos ensinamentos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dunning, J. B.; Danielson, B.J.; Pullian, H. R. (1992) Ecological processses that affect populations in complex landscapes. **Oikos** 65: 169-175.

Gaspareto, T.C.; Silva, A.; Dimas J.; Pavão, Mônica (2008). A Pressão Urbana nos Parques Estaduais da Cantareira e Albertto Lofgreen, Jaraguá e Juquery ano de 2003. 2º. **Seminários de Iniciação Científica do Instituto Florestal do Estado de São Paulo**.

GASPARETO, T.C. **Pressão urbana e conectividade da paisagem no entorno dos parques estaduais de Itapetinga, Itaberaba, Cantareira, Juquery e Jaraguá na região metropolitana de São Paulo**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-29042015-143428/>. Acesso em: 2016-04-29.

HARDT, E. *et al*.Utility of landscape mosaics and boundaries in forest conservation decision making in the Atlantic Forest of Brazil.(2013).**Landscape Ecology**.(28):385-399.

IBGE. http://censo2010.ibge.gov.br/ Acessado em 29 04 16

Liao, K. (2012). A theory on urban resilience to floods—a basis for alternative planning practices. **Ecology and Society** 17(4): 48.

Meerow, S.; Newell, J.P.; Stults, M. (2016) Defining urban resilience: A review. **Landscape and Urban Planning** 147:38–49.

METZGER, J. P. (2003). Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas? In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF.

McGarical, K.; Marks, B.J. **Fragstas: spatial pattern analysis program for quantifying landscape struture**. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: US Departamento of Agriculture, Forest Service, Pacific Norhwest Research Station, 1995 (2004).