

O Cadastro Técnico Multifinalitário para Planejamento e Monitoramento de Corredores ecológicos

Technical Land Register Feasibility to Ecological Corridor Planning and Monitoring at Municipal Level

**Prof. Dr. Carlos Loch
Paola Beatriz May Rebollar
Yuzi Anai Zanardo Rosenfeldt
Crisley Silveira Raitz
Mirtz Orige Oliveira**

UFSC - Departamento de Engenharia Civil
Florianópolis SC
carlos.loch@ufsc.br
paola.rebollar@gmail.com
arquitetayuzi@yahoo.com.br
crisleyraitz@gmail.com
mirtz@ecv.ufsc.br

RESUMO : A fragmentação dos ecossistemas de Floresta Atlântica provocada pelo uso e ocupação do solo reduz os estoques de recursos naturais e a produção de serviços ecossistêmicos, como regulação hídrica e climática, sequestro de carbono e biodiversidade. A criação de corredores ecológicos tem sido utilizada como principal estratégia para redução desta fragmentação. A implantação de corredores formados por matas ciliares em bacias hidrográficas que possuem unidades de conservação pode trazer benefícios a nível local e regional e está apoiada na legislação ambiental brasileira. Este artigo visa avaliar a fragmentação das áreas de floresta nativa e simular os efeitos da criação de corredores ecológicos no recorte da bacia hidrográfica do rio Cubatão, Joinville, Santa Catarina. Para tanto, foi utilizado um método baseado em sistemas de informações geográficas desenvolvido a partir de fotografias aéreas de 2007 ortorretificadas e dados do cadastro técnico multifinalitário municipal no software ArcGis utilizando a extensão gratuita V-Late. O método é composto de seis etapas: integração de dados; identificação de fragmentos florestais nativos existentes; cálculo das variáveis: quantidade, área, distância e perímetro de fragmentos florestais; análise da fragmentação através da aplicação do índice de forma e verificação das distâncias; avaliação estatística dos resultados obtidos e elaboração dos mapas temáticos. A comparação dos cenários atual e simulado apresentou como resultados estatisticamente significativos um aumento de 28% na área total de fragmentos florestais e 18,5% na área média dos fragmentos. Além disso, demonstraram uma redução de 27% na distância média entre fragmentos. O índice de forma e as distâncias observadas apontam para o potencial de desfragmentação da implantação de um corredor ecológico na área de estudo. A implantação do corredor sugerido afetaria 32 (3,4%) parcelas fundiárias do local. Diante disso, sugere-se que este método pode ser aplicado por gestores públicos para monitoramento e apoio a tomada de decisão no que se refere à gestão territorial municipal.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Territorial, Serviços Ecossistêmicos, Florestas Tropicais, Sistemas de Informação Geográfica.

ABSTRACT : Ecosystems fragmentation in Tropical Rain Forest caused by land uses reduces natural resources reserves and ecosystems services production, as climatic and hydrological regulation, carbon sequestration and biodiversity. Ecological corridors has been used to reduce fragmentation. The creation of corridors composed for riparian forest in watersheds with legally protected areas can bring benefits at local and regional level, and it is supported by Brazilian forestry code. This paper focus to analyze native forest fragmentation and to simulate the effects of ecological corridor creation in a patch of Cubatão River watershed, Joinville municipality, Santa Catarina state. For this, a method based on geographical information systems using aerial photography from 2007 and data from municipal land register on ArcGis software and V-Late extension tool. This method was composed by 6 steps: data integration; native forest fragments identification; variable calculation: quantity, area, distance, and

perimeter of forests fragments; fragmentation analysis using form index; statistical evaluation; thematic maps elaboration. Comparing actual and simulated scenarios shows relevant statistical results that points an increase of 28% on forests remains total area and 18,5% on fragments medial area. These results show a reduction of 27% on fragments distance. Form index and distances point to defragmentation potential on ecological corridor implantation. This corridor should affect 32 local land (3,4%) units. Therefore, public managers to monitoring and support decision-making at municipal level can use this method.

KEY WORDS: Territorial Management, Ecosystems Services, Atlantic Rain Forest, Geographic Information Systems.

1. Introdução

O uso e ocupação do solo em áreas de floresta tropical promovem alterações na paisagem incorrendo em perda, fragmentação e simplificação dos habitats (ROBERTSON e KING, 2011). A fragmentação é um processo por meio do qual áreas contínuas de determinado ecossistema são divididas (BIERREGAARD *et al.*, 1992; LANG e BLASCHKE, 2009). Este processo reduz a produção de serviços ecossistêmicos e, consequentemente, a qualidade ambiental local, regional e global.

Desde a década de 1970 são realizados estudos acerca da fragmentação da paisagem e das possibilidades de união de remanescentes vegetais visando melhorar a qualidade ambiental. A construção de corredores para interligar as áreas fragmentadas é uma das principais estratégias aplicadas. Sua utilização como ferramenta de gestão territorial se tornou mais intensa nos últimos 20 anos (FORMAN, 1995; LITTLE, 1990; NEIFF *et al.*, 2005). A desfragmentação gera um processo sinérgico positivo cujo efeito para produção de serviços ecossistêmicos vai além do somatório da capacidade de cada fragmento. (AWADE e METZGER, 2008; BOSCOLO *et al.*, 2008; BAUDRY e MERRIAM, 1988; MAEDA *et al.*, 2008; MARTENSEN *et al.*, 2008; PARDINI *et al.*, 2010).

Existem corredores estabelecidos nos Estados Unidos e na Europa. Nos países europeus foram implantados corredores estreitos, junto às estradas, visando proteger a fauna interligando uma rede de áreas conservadas em diferentes países (FORMAN, 1995; LANG e BLASCHKE, 2009). Na América Central existe o projeto de estabelecimento do Corredor Ecológico do Caribe e do Corredor Ecológico Mesoamericano. Já na América do Sul, se busca estabelecer o Corredor Altoandino, o Corredor Fluvial Paraguai-Paraná, Corredor Ecológico de Selva Atlântica Interior na Argentina entre outros (NEIFF *et al.*, 2005; SANCHEZ, 2008).

O Brasil também procura estabelecer corredores ecológicos como estratégia para reduzir a fragmentação, melhorando a conectividade dos remanescentes florestais para facilitar o fluxo genético (MMA, 2012). O Projeto Corredores Ecológicos do Ministério do Meio Ambiente (MMA) faz parte do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil. Este projeto contempla a criação de dois grandes corredores: Corredor Central da Mata Atlântica (CCMA) e Corredor Central da Amazônia (CCA). O projeto estimula a criação de parceiras em diversos níveis, federal, estadual, municipal, privado, sociedade civil organizada e moradores de entorno das áreas protegidas para a implementação e manutenção destes corredores (MMA, 2012).

Os corredores podem apresentar diferentes configurações espaciais. No Brasil, existe potencial para a implantação desta estratégia utilizando as matas ciliares da extensa rede hidrográfica. Diferentes pesquisas destacam as vantagens dos corredores formados por matas ciliares (NEIFF *et al.*, 2005). Estas podem ser habitat para grande número de espécies (anfíbios, peixes, aves, mamíferos e insetos) que dependem de rios. Há um grande número de espécies de mamíferos semiaquáticos, como ariranhas e lontras que dependem das matas ciliares (FREITAS, 2010; GALETTI *et al.*, 2010; MARQUES *et al.*, 2010). Além disso, as matas ciliares podem favorecer o controle da qualidade da água pela retenção de nitratos derivados de áreas agrícolas (PINAY e DÉCamps, 1988; SBPC/ABC, 2011). Também podem auxiliar na fixação de solo (JOLY *et al.*, 2000; SBPC/ABC, 2011). Por outro lado, algumas pesquisas apontam que corredores nas matas ciliares podem ter alguns efeitos negativos, como aumentar a relação área-borda devido a seu formato alongado o que reduz a área-núcleo efetiva (LANG e BLASCHKE, 2009; SIMBERLOFF, 1992).

A utilização das matas ciliares na formação de corredores ecológicos em bacias hidrográficas está amparada pela legislação brasileira desde a década de 1960. A Lei Federal 4.771/1965 (Código Florestal Brasileiro), posteriormente alterada pela Lei 7.803/1989, considera as áreas ao longo de todo o curso de água como Áreas de Preservação Permanente (APP) onde a vegetação nativa deve ser mantida em largura nunca inferior a 30 metros. Da mesma forma, a Lei Federal 6.766/1979 (Parcelamento do Solo), modificada pela Lei 10.932/2004, define que ao longo de cursos de água uma faixa de 15m deve ser considerada área não-edificável que pode ser utilizada para estabelecimento de corredores de vegetação nativa.

No entanto, ambas as citadas leis federais apresentam artigos que permitem flexibilizar a norma em áreas urbanas. O Brasil apresenta muitas áreas consideradas urbanas que na verdade apresentam usos agrícolas e remanescentes florestais fragmentados. Dessa forma, é relevante considerar a possibilidade de conectar tais remanescentes, aumentando a oferta de serviços ecossistêmicos como estratégia de planejamento regional e urbano visando à melhoria da qualidade ambiental. Manter um ambiente natural saudável e equilibrado é condição imprescindível para a gestão territorial, tanto das áreas urbanas quanto rurais, uma vez que boa parte dos problemas recorrentes enfrentados por municípios, como cheias, escassez de água potável, perda de solo são causados por desequilíbrios ambientais (ROSA *et al.*, 2011).

Neste contexto, pode ser interessante desenvolver técnicas para gestão territorial permitam apoiar a tomada de decisão dos gestores públicos com base em conhecimentos científicos.

Diante disso, os objetivos desta pesquisa foram avaliar a fragmentação das áreas de floresta nativa e simular os efeitos da criação de corredores ecológicos num recorte da bacia hidrográfica do rio Cubatão, Joinville, Santa Catarina. Para tanto, a paisagem foi analisada com sistemas de informações geográficas desenvolvidos no software ArcGis (ESRI, 2008) utilizando a extensão gratuita V-Late (*vector based landscape tool extension*) (LANG e TIEDE, 2003).

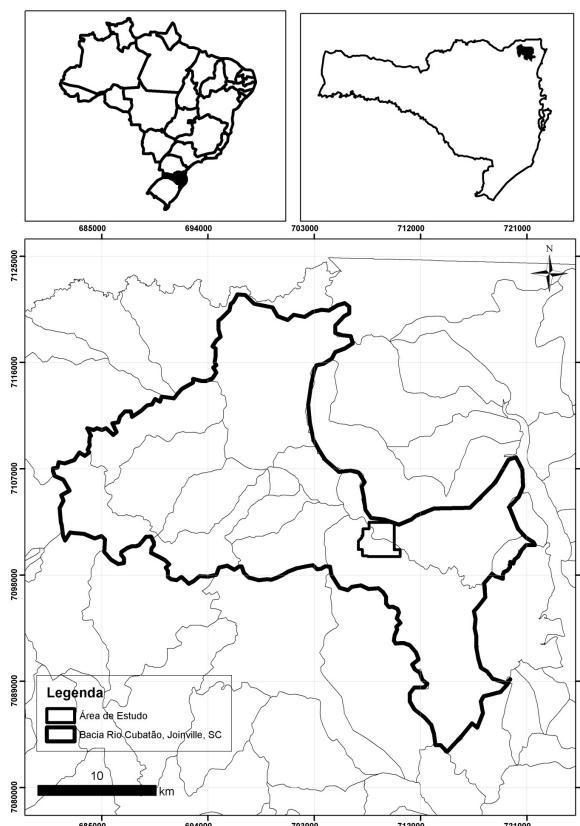


Figura . Localização da bacia hidrográfica do rio Cubatão e do recorte correspondente a área de estudo desta pesquisa

2. ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte (BHRCN) é considerada uma das mais importantes bacias hidrográficas da região nordeste de Santa Catarina. Esta bacia está situada nos municípios de Joinville (80%) e Garuva (20%) entre as coordenadas geográficas $26^{\circ}11'22''$ e $26^{\circ}17'50''$ de latitude sul, e $49^{\circ}87'41''$ e $48^{\circ}47'07''$ de longitude oeste. A Figura 1 apresenta a localização do estado de Santa Catarina, do município de Joinville e da bacia hidrográfica citada segundo a caracterização estabelecida pela EPA-GRI para o Projeto Microbacias II (EPAGRI, 2012).

Esta bacia apresenta diferentes usos do solo e é importante na gestão municipal porque fornece 70% da água e pode causar enchentes na área urbana deste território. No município de Joinville existem 8 Unidades de Conservação de diferentes categorias (proteção integral e uso sustentável) cujos efeitos positivos na produção de serviços ecossistêmicos pode ser potencializada pela interligação com corredores ecológicos. Dessa forma, esta bacia pode apresentar potencial para a produção de serviços ecossistêmicos que podem trazer benefícios locais, regionais e globais.

A área total da BHRCN é de 492 km², com a extensão do canal principal de 88 km. Suas nascentes estão situadas na serra Queimada, em altitudes próximas a 1.200 m, sua foz fica na baía da Babitonga. Foram analisados 742,13ha (7.421.379,56m²) que corresponde a 1,5% da bacia, localizados no distrito de Pirabeiraba, Joinville, Santa Catarina entre as coordenadas UTM fuso 22 sul 7102400m e 7099600m de latitude sul 707450m e 709500m de longitude leste (Figura 2).

O território do município de Joinville está localizado na Região Hidrográfica 6 Baixada Norte de Santa Catarina - RH6 (CASAN, 2011). Quanto aos padrões de drenagem da BHRCN apresenta padrão dendrítico no alto curso da bacia, principalmente no embasamento compreendido entre os granitos Morro Redondo e Dona Francisca. O padrão de drenagem paralela localiza-se em áreas onde há presença de vertentes com declives acentuados, os vales. Na planície costeira, no baixo Cubatão o padrão é anastomosado, com meandros abandonados, além do canal retilinizado (CCCJ, 2011).

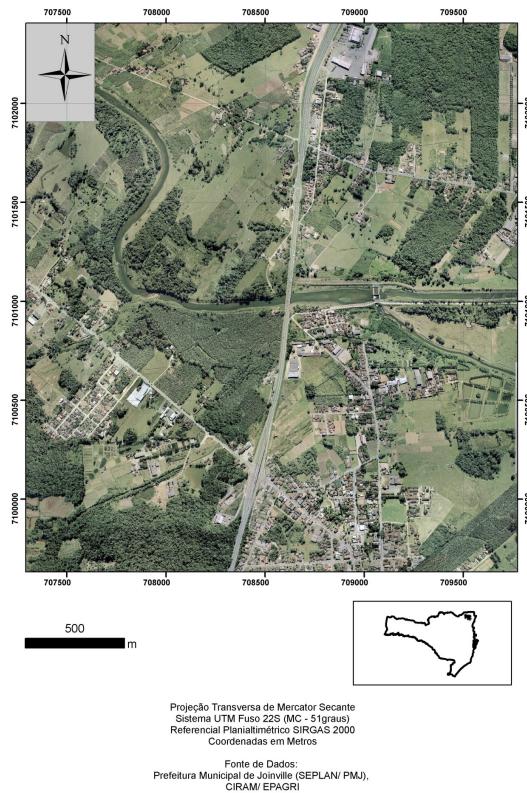


Figura . Área Analisada, Bacia do Rio Cubatão, Distrito de Pirabeiraba, Joinville, Santa Catarina

Atualmente, a bacia tem uso e ocupação do solo diversificado, contando com áreas de reflorestamento de espécies exóticas, mineração em canais fluviais e em pedreiras, agricultura, pecuária, piscicultura, áreas de proteção ambiental (APA), barragens, canal de derivação, poliduto, estação de captação de água, redes de transmissão de energia, aeroporto, aterros sanitário, industrial e doméstico e núcleos habitacionais rurais e urbanos. Encontram-se na área da bacia vilas e bairros, tanto pequenos como muito populosos, além de escolas, áreas de comércio e zona industrial (CCCJ, 2011; IPPUJ, 2009).

Joinville é importante pólo industrial da região sul do Brasil. Este município é responsável por 13,5% do PIB global do estado catarinense (EPAGRI/CIRAM, 1999; SILVEIRA, 2008). No que se refere ao setor primário, agricultura familiar é a base desta atividade econômica no município. Aproximadamente 97% das propriedades rurais de Joinville são familiares e tem menos de 50 hectares. A maior parte dos destes produtores são proprietários de suas terras (EPAGRI/CIRAM, 1999; IPPUJ, 2009).

Segundo Epagri/Ciram (1999), a classes de aptidão de uso do solo predominante é 4d, i.e., com restrições para fruticultura e aptidão regular para pastagem e reflorestamento, cuja maior limitação é a declividade.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cfa, ou seja, clima subtropical constantemente úmido, sem estação seca, com verão quente. A temperatura média das máximas varia entre 26 e 27,6 °C e a média das mínimas entre 16,8 e 15,4°C. Esta bacia está localizada na zona agroecológica com as temperaturas médias mais altas e os maiores índices pluviométricos de Santa Catarina (EPAGRI/CIRAM, 1999; IPPUJ, 2009).

A bacia do rio Cubatão encontra-se na Unidade Geomorfológica Serra do Tabuleiro/Itajaí. Esta unidade se caracteriza por serras dispostas de forma paralela, no sentido NE-SW, cujas altitudes diminuem em direção ao litoral (EPAGRI/CIRAM, 1999; IPPUJ, 2009). O relevo apresenta vales profundos com encostas íngremes e sulcadas, separadas por cristas bem marcadas. Nas porções mais altas da bacia, os rios correm em vales profundos e encaixados e se caracterizam por leitos rápidos, corredeiras e blocos. No médio curso, estes rios têm suas vertentes suavizadas pelas colinas e apresentam fundo plano. No baixo curso, tem baixo gradiente que favorece o desenvolvimento de planícies. A Unidade Geomorfológica Planícies Litorâneas é resultante dos processos de acumulação marinha e fluviomarinha (EPAGRI/CIRAM, 1999; IPPUJ, 2009).

No que se refere à geologia local predomina o Complexo Granulítico de Santa Catarina composto basicamente por gnaisses, quartzitos, formações ferríferas e granitos. Na região litorânea, existem manchas de Sedimentos Marinhos com terraços e sedimentos marinhos inconsolidados. No vale do rio Cubatão ocorre algumas áreas de sedimentos continentais (depósitos aluvionares atuais). Nas áreas de influência deste rio existe uma extensa planície acumulativa marinho-fluvial com características de mangue, terraços arenosos e aluviões (EPAGRI/CIRAM, 1999).

A vegetação primária predominante é denominada Floresta Ombrófila Densa (KLEIN, 1978) e é conhecida como Mata Atlântica. Está relacionada com ambientes marcados pela maritimidade, ou seja, com elevado índice de umidade e baixa amplitude térmica. Esta floresta apresenta fisionomia e estrutura peculiares, e grande variedade de espécies endêmicas. Mais recentemente, predomina a vegetação secundária sem palmeiras e agricultura com culturas cíclicas (figura 3). A floresta embora descaracterizada, ainda está presente em morros, montanhas e serras. Apenas alguns remanescentes encontram-se em altitudes de até 30 metros (EPAGRI/CIRAM, 1999; IPPUJ, 2009).

3. Materiais e métodos

O método de avaliação da fragmentação dos remanescentes florestais e dos efeitos da criação de corredores ecológicos na desfragmentação da área de estudo foi sistematizado em 6 etapas: integração de dados; identificação de fragmentos florestais nativos existentes; cálculo das variáveis quantidade, área, distância e perímetro de fragmentos florestais; análise da fragmentação através da aplicação de índice de forma e análise das distâncias; avaliação estatística dos resultados obtidos e elaboração dos mapas temáticos.

Para a integração de dados foram utilizados os seguintes materiais:

- a) Ortofotos do vôo fotogramétrico do ano de 2007, na 1:1.000 cedido pela Prefeitura Municipal de Joinville (PMJ);
- b) Base cartográfica vetorizada em meio digital, com referencial geodésico SIRGAS 2000, proveniente de restituição aerofotogramétrica, do ano de 2007 na escala 1:2.000, cedido Prefeitura Municipal de Joinville (PMJ);
- c) Software Arcgis, versão 9.3 (ESRI, 2008) juntamente com aplicativo V-Late 1.1 (LANG e TIEDE, 2003) para processamento dos dados raster e vetoriais.

No software Arcgis (ESRI, 2008) estes arquivos vetoriais referentes ao recorte da área de estudo foram utilizados para criar os *shapes* Hidrografia, Curvas de Nível e Parcelas Fundiárias através das ferramentas *Data* e *Export Data*. Neste mesmo software, os arquivos *raster* permitiram a classificação fragmentos florestais nativos existentes na área de estudo de forma manual através de vetorização ponto a ponto. Foram considerados fragmentos todas as unidades compostas de, pelo menos, uma espécie nativa arbórea. A identificação destas espécies foi realizada por identificador botânico através de fotointerpretação. A partir desta classificação foi criado o *shape* Fragmentos Existentes.

Utilizando como base o *shape* Hidrografia, foi criado o *shape* Matas Ciliares utilizando a ferramenta *Buffer* com o valor de 30m em cada margem dos principais cursos de água perenes. O resultado desta operação associado ao *shape* Fragmentos Existentes através da ferramenta *Merge* deu origem ao *shape* Cenário Simulado. A área dos cursos de água foi descontada do valor atribuído a mata ciliar para todos os cálculos.

O aplicativo gratuito V-Late (LANG e TIEDE, 2003) foi utilizado para calcular as variáveis: quantidade, tamanho, perímetro e distância euclidiana entre fragmentos florestais que foram acrescentadas às tabelas de atributos dos *shapes* Fragmentos de Vegetação e Cenário Simulado. Para avaliar se existe diferença estatística nos valores apresentados pelas variáveis calculadas na situação existente e simulada foi aplicado o teste de caso de uma proporção populacional. O resultado foi avaliado pela tabela de distribuição normal.

Por fim, foram cruzadas as informações sobre o corredor ecológico e as parcelas fundiárias existentes no local para geração dos mapas temáticos no software Arcgis (ESRI, 2008) que podem ser utilizados para apoiar a tomada de decisão por parte dos gestores públicos porque permitem a identificação do autor do benefício ou dano ambiental. Foram gerados os seguintes mapas temáticos: Parcelas Fundiárias que apresentam Remanescentes Florestais Nativos; Corredor Ecológico Propostos com Fragmentos Existentes e Matas Ciliares; Parcelas Fundiárias Afetadas pela Potencial Implantação de Corredor Ecológico.

4 Resultados e discussão

Foram identificados 110 fragmentos de vegetação florestal nativa remanescente na área de estudo. Estes fragmentos estão localizados em 59 parcelas fundiárias cadastradas pela PMJ na área de pesquisa (6,4%), conforme pode ser observado na Figura 3.

No recorte da bacia do Cubatão estudado, a área total dos fragmentos foi de 192ha (1.922.920m²) que corresponde a 26% do local de estudo. A regra da biogeografia de ilhas indica que a perda de 90% de um ecossistema implica na perda de 50% da diversidade de espécies animais e vegetais (MACARTHUR e WILSON, 2001). Este dado é relevante porque a biodiversidade é o serviço ecossistêmico mais complexo. Os ecossistemas produzem bens e

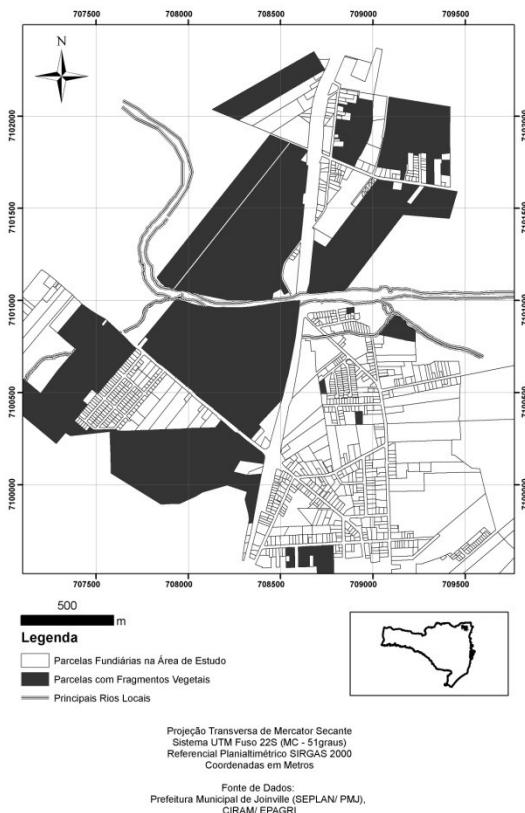


Figura . Parcelas Fundiárias que apresentam Remanescentes Florestais Nativos

serviços importantes tanto para as pessoas quanto para outras espécies. Bens ecossistêmicos, como fibras, alimentos, madeira, água e solo funcionam como elementos estruturais. Logo, ao utilizá-los, partes da estrutura são consumidas (COSTANZA, 1997; ODUM, 1971). Cada ecossistema tem uma configuração particular de componentes estruturais que cria um fluxo de serviços ecossistêmicos essenciais para a sobrevivência e bem-estar das pessoas.

A área individual dos fragmentos existentes oscilou entre 0,0041ha (41m^2) e 39ha (397.312m^2). A média da área destes fragmentos foi de 1,9ha ($19.642,63\text{m}^2$). A maior parte dos fragmentos (78%) apresenta área igual ou inferior a 1ha (10.000 m^2). Maciel *et al.* (2011) mapearam a Floresta Atlântica no estado do Rio Grande do Norte e verificaram que 72% dos remanescentes apresentavam menos de 10ha e apenas 3% apresentavam mais de 100ha. Diferentes autores consideram que a área dos fragmentos é relevante para a complexidade estrutural e a manutenção da diversidade (CHIARELLO, 1999; COLLINGE, 1998; SANTOS, 2002). Em mapeamentos realizados sobre a Floresta Atlântica, a escala pequena de trabalho não permite considerar fragmentos de tamanhos reduzidos. Por isso, as estimativas sobre a extensão das áreas com remanescentes florestais nativos podem oscilar. O INPE em conjunto com a Associação SOS Mata Atlântica (2008) considera como remanescentes florestais os fragmentos com área superior a 100ha que correspondem a 7,5% da área original. Ribeiro *et al.* (2009) propõe a inclusão de fragmentos com tamanhos menores que 100ha. Com isso as estimativas de remanescentes desta floresta aumentam para 13,5%.

O perímetro dos fragmentos florestais nativos na área estudada variou entre 27,13m e 5117,4m; com valor médio de 514,9m. O perímetro é a variável que se refere ao formato das bordas dos fragmentos. A maior parte dos fragmentos apresenta perímetro inferior a 1.000m. Pesquisadores apontam que bordas irregulares apresentam uma relação borda-área desfavorável possibilitando alterações do microclima e da dinâmica das populações locais (FRISOM *et al.*, 2006; LANG e BLASCHKE, 2009).

A partir destas informações foi realizada a avaliação da fragmentação das áreas de floresta nativa na área de pesquisa. A análise morfológica dos fragmentos realizada a partir da aplicação do Índice de Forma permitiu observar que 84% dos fragmentos apresenta formas suavizadas com valores próximos a 1.

Estes valores apontam para uma relação borda-área menor. Nesta situação o centro do fragmento está afastado das extremidades e, por isso, mais protegido de interferências externas (FORMAN e GODRON, 1986; FRISOM *et al.*, 2006; LANG e BLASCHKE, 2009). No entanto, alguns fragmentos apresentaram índices de forma de até 4,25 indicando alta vulnerabilidade.

A distância euclidiana entre fragmentos florestais nativos ainda existentes na área de estudo oscilou entre 0,6m e 505,51m. A média desta distância foi de 27,71m. A maior parte dos fragmentos se encontra na faixa de distância de até 20m o que aponta para a possibilidade de conexão através da implantação de corredores. Maciel *et al.* (2011) verificou que os fragmentos da Floresta Atlântica no Rio Grande do Norte estão localizados a uma distância média de 72m e que 62% destes estão distantes até 10m uns dos outros. Estes valores são importantes porque o alcance entre fragmentos é um fator decisivo na sobrevivência de meta-populações de animais e plantas e a consequente manutenção da biodiversidade. Na avaliação do alcance, a distância apresenta papel importante (LANG e BLASCHKE, 2009; SANTOS, 2002).

Cruzando estes dois índices considerou-se que a área está fragmentada. Visando contornar este efeito, foram simulados os efeitos da criação de corredores ecológicos interligando os fragmentos florestais localizados nas matas ciliares dos principais rios locais. O corredor associado aos fragmentos existentes pode ser observado no mapa temático representado na figura 4.

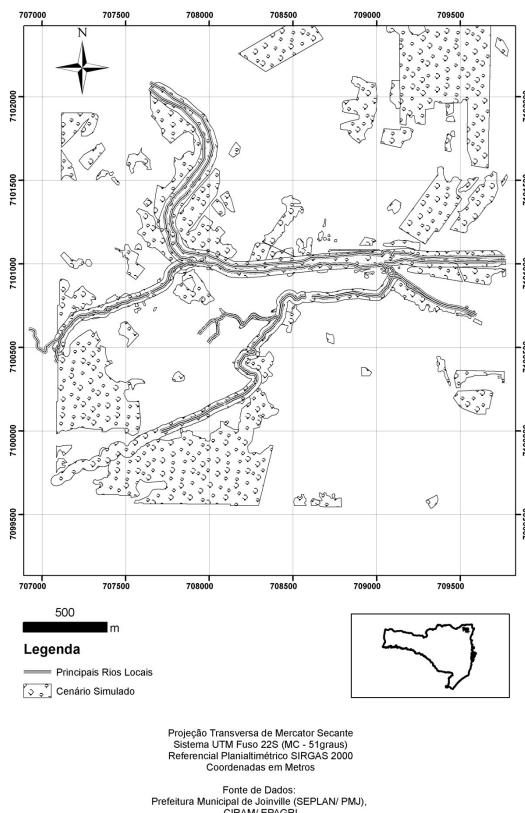


Figura . Corredor Ecológico formado por Matas Ciliares e Remanescentes Existentes na Área de Estudo

No caso da implantação deste corredor apenas 32 (3,4%) parcelas fundiárias seriam afetadas, conforme é possível observar no mapa temático representado na Figura 5.

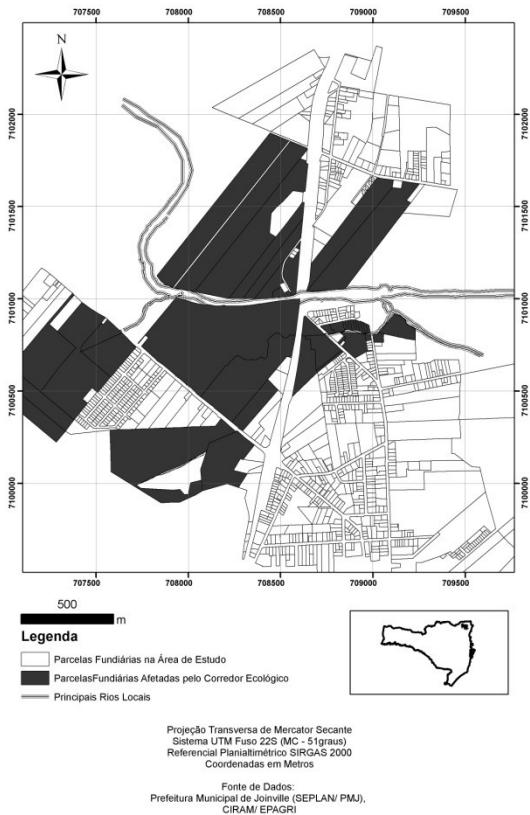


Figura . Parcelas Fundiárias Afetadas pela Potencial Implantação de Corredor Ecológico

O recorte da bacia do rio Cubatão analisado faz parte da zona urbana do município de Joinville, mas apresenta uso do solo predominantemente agrícola. Devido a estas características, esta área é importante produtora de serviços ecossistêmicos para o município, tais como prevenção de enchentes, garantia de fornecimento de água, sequestro de carbono. O cruzamento dos dados relacionados os remanescentes florestais nativos com o parcelamento fundiário da PMJ permitem aos gestores identificar os proprietários que podem estar relacionados com a manutenção dos fragmentos ou com a implantação do corredor proposto. Portanto, o gestor pode identificar os envolvidos diretos. Diante disso, pode ser relevante utilizar as informações obtidas através da aplicação do método proposto nesta pesquisa na gestão e planejamento territorial visando evitar que recursos que oferecem benefícios para todos sejam usados de forma desordenada (DAILY e ELLISON, 2002; MAEDA *et al.*, 2008; OSTROM, 2008). Segundo SBPC/ABC (2011) “a manutenção de remanescentes de vegetação nativa nas propriedades e na paisagem transcende uma discussão puramente ambientalista e ecológica, vislumbrando-se, além do seu potencial econômico, a sustentabilidade das atividades econômicas”.

5 Considerações finais

Diferentes pesquisadores concordam que o estabelecimento de corredores entre áreas conservadas pode aumentar a biodiversidade e, consequentemente, a produção dos demais serviços ecossistêmicos (LANG e BLASCHKE, 2009; MOYA *et al.*, 2002; SANCHEZ, 2008; SANTOS, 2002; SBPC/ABC, 2011). Corredores formados por matas ciliares e rios constituem unidades ecológicas interconectadas por fluxos de informação horizontais que podem ser favorecidos quando as matas ciliares são recuperadas ao nível de bacias hidrográficas (NEIFF *et al.*, 2005). No contexto brasileiro esta pode ser uma estratégia eficiente já que diversas cidades brasileiras estão organizadas ao longo de rios. No entanto, sua aplicação demanda o envolvimento de atores sociais privados que precisam liberar áreas produtivas para a implantação das APP. Para contornar este conflito podem ser utilizados esquemas de pagamentos por serviços ecossistêmicos.

A avaliação da fragmentação dos remanescentes florestais e dos efeitos da criação de corredores ecológicos na conectividade através de sistemas de informações geográficas demonstrou-se efetiva. No estudo de caso apresentado, a recuperação das matas ciliares pode reduzir a fragmentação e aumentar a produção de serviços ecossistêmicos. A análise da área de estudo destacou seu papel como provedora destes serviços para as áreas urbanas do município e seu potencial para aumento desta produção.

O método apresentado pode ser um instrumento para inventariar e sistematizar informações visando o planejamento do uso e ocupação do solo. Através deste método é possível elaborar diagnósticos ambientais cujas informações espacializadas em mapas temáticos podem favorecer a compreensão por públicos variados, como gestores, empresários, pesquisadores e agricultores, favorecendo a gestão participativa. A implantação e manutenção de corredores são processos complexos porque demandam a convergência de interesses políticos, sociais e ambientais diversos (MOYA *et al.*, 2002; NEIFF *et al.*, 2005; SANCHEZ, 2008). Segundo Bohensky *et al.* (2006), a construção de cenários podem ser importante veículos de comunicação e cooperação, especialmente quando são elaborados para identificar respostas para problemas específicos. Diante disso, sugere-se que este método pode ser aplicado por gestores públicos para monitoramento e apoio a tomada de decisão no que se refere à gestão de recursos naturais.

6 Referências

- AWADE, M.; METZGER, J.P. Using gap-crossing capacity to evaluate functional connectivity of two Atlantic rainforest birds and their response to fragmentation. *Austral Ecology*, v.33, p. 863-873, 2008.
- BOHENSKY, E. L.; REYERS, B; VAN JAARSVELD, A. S. Future Ecosystem Services in a Southern African River Basin: a Scenario Planning Approach to Uncertainty. *Conservation Biology*, v. 20, p. 1051–1061, 2006.
- BOSCOLO, D.; CANDIA-GALLARDO, C.; AWADE M.; METZGER, J. P. Importance of Interhabitat Gaps and Stepping-Stones for Lesser Woodcreepers (*Xiphorhynchus fuscus*) in the Atlantic Forest , Brazil. *Biotropica*, v. 40, n. 3, p. 273-276, 2008.
- CASAN – Companhia Catarinense de Abastecimento e Saneamento. *Bacias Hidrográficas de Santa Catarina*. Disponível em http://www.casan.com.br/img_conteudos/Bacias%20de%20SC.gif. Acessado em 21/07/2011.
- COMITE CUBATÃO CACHOEIRA JOINVILLE – CCCJ. Disponível em: <http://www.cubataojoinville.org.br> Acessado em 02/10/2011
- CHIARELLO, A. G. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Conservation Biology*, v.89, n. 1, p. 71-82, 1999.
- COLLINGE, S. K. Spatial arrangement of habitat patches and corridors: clues from ecological field experiments. *Landscape and Urban Planning*, v.42, n. 2, p.157-168, 1998.
- COSTANZA, R. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260, 1997.
- DAILY, G.; ELLISON, K. *The new economy of nature*: the quest to make conservation profitable. 1^a ed. Washington, D.C. United States of America: Island Press, 2002. 323p.
- EPAGRI/CIRAM - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. *Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico*. Florianópolis: Epagri, 1999.
- EPAGRI/CIRAM - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. *Mapoteca*. Disponível em:<http://ciram.epagi.sc.gov.br/mapoteca/>. Acessado em 02 jan 2012.
- FORMAN, R. *Land mosaic*: the ecology of landscapes and regions. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 632p.
- FREITAS, A. V. L. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre as borboletas. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, p.24-33, 2010.
- FRISOM, S.; FILHO, A.C.P.; CORRÊA, L.C.; CAVAZZANA, G.H. Uso do Sensoriamento Remoto na análise do efeito de borda de fragmentos naturais (capões) da Fazenda São Bento, Pantanal Sul, subregiões de Miranda e Abobral. In: I Simpósio de Geotecnologias do Pantanal. Campo Grande: INPE, 2006.
- GALETTI, M.; PARDINI, R.; DUARTE, J. M. B.; SILVA, V. M. F.; ROSSI, A. E.; PERES, C. A. Mudanças no

- código florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, p.34-45, 2010.
- IPPUJ - Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento de Joinville. *Município de Joinville*. Joinville: Prefeitura Municipal, 2009. 164p.
- JOLY, C.A., RODRIGUES, R.R., METZGER, J.P., HADDAD, C.F.B., VERDADE, L.M., OLIVEIRA, M.C.; BOLZANI, V.S. Biodiversity conservation research, training, and policy in São Paulo. *Science*, v. 328, p.1358-1359, 2010.
- KLEIN, R. M. *Mapa fitogeográfico de Santa Catarina*. Florianópolis: FATMA, 1978.
- LANG, S.; BLASCHKE, T. *Análise da paisagem com SIG*. 1^a ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 424p.
- LANG, S; TIEDE, D. V-Late Extension für ArcGIS – vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse. 1^a ed. Innsbruck, Austria: ESRI, 2003. 98p.
- LITTLE, G. *Greenways for Americas*. Baltimore: John Hopkins University Press, 1990. 112p.
- MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. *Island Biogeography*. Princeton: Princeton University Press, 2001.
- MACIEL, L.V.B.; BROWN, L.; CARDOSO, M.Z. Bioma Mata Atlântica no estado do Rio Grande Do Norte: Qual a real situação?. In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, 2011, p.2891.
- MAEDA, E.E.; FORMAGGIO, A.R.; SHIMABUKURO. Y.E. Análise histórica das transformações da floresta Amazônica em áreas agrícolas na bacia do rio Suia-miçú. *Sociedade & Natureza*, v. 20, n.1, p.5-24, 2008.
- MARQUES, O. A. V.; NOGUEIRA, C.; MARTINS, M.; SAWAYA, R. J. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre os répteis brasileiros. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, p.46-51, 2010.
- MARTENSEN, A. C.; PIMENTEL, R. G.; METZGER, J.P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: implications for conservation. *Biological Conservation*, v. 141, p. 2184–2192, 2008.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. *Projeto Corredores Ecológicos*. Disponível em <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?id=conteudo.monta&idEstrutura=109>. Acessado em 27 jan 2012.
- MOYA, M.P.; JAVIER, G.N.L.F.; MARTI, J. Turismo en Espacios Naturales: Oportunidades en el Corredor Biológico Mesoamericano. *Cuadernos de Turismo*, v. 10, p. 69-83, 2002.
- NEIFF, J.J.; NEIFF, A.S.G.P.; CASCO, S.L. Importância Ecológica del Corredor Fluvial Paraguay-Parana, como Contexto del Manejo Sostenible. *Enfoque Ecossistemico*, v.1, n.1, p. 193-210, 2005.
- ODUM, E.P. *Basic Ecology*. 2^a ed. Georgia, USA: CBS College Publishing, 1983. 434p.
- OSTROM, E. Design principles of robust property rights institutions: what have we learned? In: INGRAM, G.K.; HONG, Y.H. (Eds.) *Proceedings of the 2008 Land Policy Conference*: Property rights and land policies. Hollis, United States of America: Lincoln Institute of Land Policy, 2008. p. 25-51.
- PARDINI, R.; BUENO, A.; GARDNER, T.; PRADO, P. I.; METZGER, J. P. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime in biodiversity across fragmented landscapes. *Plos One*, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2010.
- PINAY, G.; e DÉCAMP, H. The role of riparian woods in regulating nitrogen between the alluvial aquifer and surface water: a conceptual model. *Regulated Rivers - Research & Management*, v. 2, p. 507-516, 1988.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER J.P.; MARTENSEN A.C.; PONZONI F.J.; HIROTA M.M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, v. 142, p. 1141–1153. 2009.
- ROBERTSON, L.D.; KING, D.R. Comparison of pixel- and object-based classification in land cover change mapping. *International Journal of Remote Sensing*, v. 32, n. 6, p. 1505-1529, 2011.
- ROSA, F. S.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L.; LUNKES, R. J. Gestão da evidenciação ambiental: um estudo sobre as potencialidades e oportunidades do tema. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 16, n. 1, p. 157-166, 2011.
- SANCHEZ, N. Geopolitica e medio ambiente: el Corredor Biológico del Caribe. *Observatorio Social de America Latina*, v.8, n.23, p. 155-162, 2008.

SANTOS, J.S.M. *Análise da paisagem de um corredor ecológico na Serra da Mantiqueira*. São José dos Campos: INPE, 2002.

SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência; ABC - Academia Brasileira de Ciências. *O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo*. São Paulo: Editora SBPC, 2011. 124p.

SIMBERLOFF, D. Movement Corridors: conservation bargains or poor investments? *Conservation Biology*, v. 6, p. 493-504, 1992.

SILVEIRA, W. N. *Análise Histórica de Inundação no Município de Joinville/SC, com enfoque na Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.