

## PLANEJANDO CORREDORES ECOLÓGICOS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM PAISAGENS FRAGMENTADAS: COMPLEXO INDUSTRIAL DE SUAPE

Ricardo Murilo Padilha de Araujo(\*), Adriano Vicente, Sônia Valéria Pereira, José Luiz Portugal, André Maurício Melo Santos, Maria Cristina Tavares [peessoa\\_melo@hotmail.com](mailto:peessoa_melo@hotmail.com)

\*Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental da Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP/OS).

### RESUMO

A expansão de áreas agrícolas e urbanas e implementação de projetos industriais, entre outras atividades antrópicas, promovem a alteração da paisagem original criando outra dominada por vários remanescentes da vegetação nativa. Estes remanescentes, denominados de fragmentos florestais, são fundamentais para manutenção da biodiversidade existente no local. Porém, uma paisagem fragmentada torna os remanescentes florestais isolados e vulneráveis. Nesse sentido, torna-se importante a concepção de conexões para interligar esses fragmentos, reduzindo a pressão sobre sua diversidade e aumentando os fluxos de espécies e gênico, a quantidade e a qualidade dos habitats existentes. Uma das formas possíveis de promover esta interconexão é a criação de corredores ecológicos interligando os fragmentos. Nesta direção, o objetivo principal desse estudo é indicar áreas para o estabelecimento de corredores ecológicos, por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), segundo critérios relacionados ao uso e ocupação do solo na Zona de Preservação Ecológica do Complexo Industrial Portuário de Suape (CIPS). Para tanto, foram utilizados atributos ambientais (variáveis), aos quais foram atribuídos pesos matemáticos e analisados por meio de geoprocessamento. Os resultados encontrados nesse estudo denotam a importância do uso do SIG como uma importante ferramenta para análise de áreas em grande escala, compatibilidade das áreas recomendadas em trabalhos anteriores para a implementação de corredores por meio da análise de geoprocessamento com as análises realizadas na paisagem estudada e os pesos dados as variáveis foram eficientes por permitir agrupar os atributos biológicos, físicos e antrópicos resultando em conexões possíveis de serem realizadas em campo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Corredores ecológicos, Floresta Atlântica, conexão de fragmentos, proteção de ecossistemas, Sistema de Informações Geográficas.

### INTRODUÇÃO

A fragmentação de habitats representa a maior ameaça para a biodiversidade do planeta (Tabarelli & Gascon, 2005). Como principais consequências acarretam o isolamento das formações e populações remanescentes, alterações nos fluxos gênicos, intensificação das competições intra e interespecíficas, alterações da estrutura e qualidade de habitats, extinções de espécies e perda de biodiversidade (Metzger, 1998, Primack & Rodrigues, 2001).

Assim, é extremamente importante definir parâmetros para prescrever ações de manejo, visando à conservação, a manutenção ou a ampliação da biodiversidade dos fragmentos florestais (Nunes et al., 2005). O planejamento do uso do solo, considerando a distribuição espacial dos remanescentes florestais, tornou-se uma importante ferramenta para propostas que visam à minimização dos impactos causados pela fragmentação de habitat (Muchailh, 2007).

Uma das propostas que tem sido considerada como solução para minimizar os efeitos da fragmentação é a criação de corredores ecológicos, como forma de promover a conectividade entre remanescentes, permitindo o fluxo gênico e de indivíduos facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, além de auxiliar na conservação dos recursos hídricos e do solo (Brasil 2006, Primack & Rodrigues 2001).

A teoria de utilização de corredores para a preservação de espécies tem sido adotada por conservacionistas desde a década de 60, porém com poucas evidências sobre eficácia da funcionalidade dos mesmos (Muchailh, 2007). A importância de corredores para plantas vasculares ainda é pouco estudada, mas a conectividade influencia indiretamente a abundância e distribuição de plantas com sementes, na medida em que interfere diretamente na locomoção dos agentes de disseminação (Metzger, 1998). O planejamento de corredores ecológicos requer a análise e integração de vários fatores, que aplicado a um conjunto de dados, pode ser realizado por meio de um sistema de informações geográficas (SIG), georeferenciando a informação a ser criada (Martins et al., 1998).

O Geoprocessamento constitui hoje uma ferramenta primordial para as etapas de levantamento e processamento de informações relacionadas a questões ambientais. Utilizando programas específicos é possível efetuar interpolações ou

sobreposições de dados levantados ou já existentes, gerando de forma rápida e eficiente uma série de novas informações relevantes, tais como determinação do modelo digital de elevação do terreno, face de orientação, declividade, entre outros (Caldas, 2006).

O Complexo Industrial Portuário de Suape (CIPS) está instalado em uma área que apresenta uma cobertura vegetal extremamente diversificada, e os remanescentes de comunidades vegetais naturais (matas úmidas, manguezais, restingas e tabuleiros) interpenetram-se com comunidades vegetais antropizadas (coqueirais, sítios de fruteiras, culturas de subsistência, canaviais, etc.). Essas formações vegetais constituem formações secundárias da antiga cobertura da Floresta Atlântica (Siqueira, 1997).

Dessa forma, grande parte das áreas delimitadas como Zona de Preservação Ecológica (ZPEc) do CIPS (cerca de 6.500 ha) se encontra sob terrenos que originalmente eram cobertos por Floresta Atlântica, e que atualmente, é representada por diversos fragmentos que apresentam diferentes tamanhos, grau de isolamento, grau de perturbação e estádios sucessionais, os quais podem apresentar deste um estágio inicial a um estágio avançado de regeneração *sensu* Resolução Conama nº 10/1993

Este cenário atual de fragmentação dos remanescentes de Mata Atlântica dentro do CIPS é propício para a proposição de corredores como forma de dirimir os efeitos do processo de fragmentação na área.

Portanto, este estudo tem como objetivo indicar áreas para o estabelecimento de corredores ecológicos, por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), segundo critérios relacionados ao uso e ocupação do solo na Zona de Preservação Ecológica do Complexo Industrial Portuário de Suape (CIPS).

## **METODOLOGIA**

Área de estudo - O presente estudo foi desenvolvido em área pertencente à empresa Complexo Industrial Portuário Eraldo Gueiros – Suape (CIPS), na região englobada pelos reservatórios de Bita e Utinga. A delimitação foi feita pelo perímetro entre as coordenadas UTM 268000 e 276000 N e 9080000 e 9020000 L, fazendo parte da Zona de Preservação Ecológica (ZPEc) no limite entre os municípios de Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca -PE. A ZPEc tem aproximadamente 6.500 ha, segundo o Plano Diretor do Complexo (Decreto nº 8.447/1983).

A metodologia utilizada nesse estudo foi baseada e modificada de Santos e Tabarelli (2003) no estudo de desenho de unidades de conservação, utilizando o geoprocessamento para analisar variáveis ambientais múltiplas, como forma de propor um modelo para desenho de unidades de conservação. No referido estudo este método foi modificado para a elaboração de corredores ecológicos.

Essa análise consiste na sobreposição de mapas temáticos, elaborados a partir da delimitação do uso e ocupação do solo (variáveis ambientais), que são considerados como unidades de paisagem. Para cada variável ambiental foi atribuído um peso (Tabela 1), o qual posteriormente serviu para a base de cálculo, por intermédio de um algoritmo específico, para delimitar as áreas de maior importância para o estabelecimento dos corredores ecológicos.

Referências cartográficas - Para composição dos mapas temáticos foram utilizadas imagens Quickbird 1:10.000 e mapa de uso e ocupação do solo de Suape de 1999, 1:25.000, criados a partir de imagens de satélite Spot 1996 e Fotografia aérea de 1997.

Variáveis ambientais utilizadas - mapas temáticos foram confeccionados observando as seguintes variáveis: a) tamanho dos fragmentos; b) estado de conservação dos fragmentos; c) distância dos fragmentos; b) área de Preservação permanente (APP); c) distância das APPs; d) uso do solo e; e) presença de Unidade de Conservação.

**Tabela 1. Distribuição dos pesos por cada variável utilizada no processo de modelagem dos corredores ecológicos na área de estudo em Suape em função da sua representatividade ou classe de distância.**

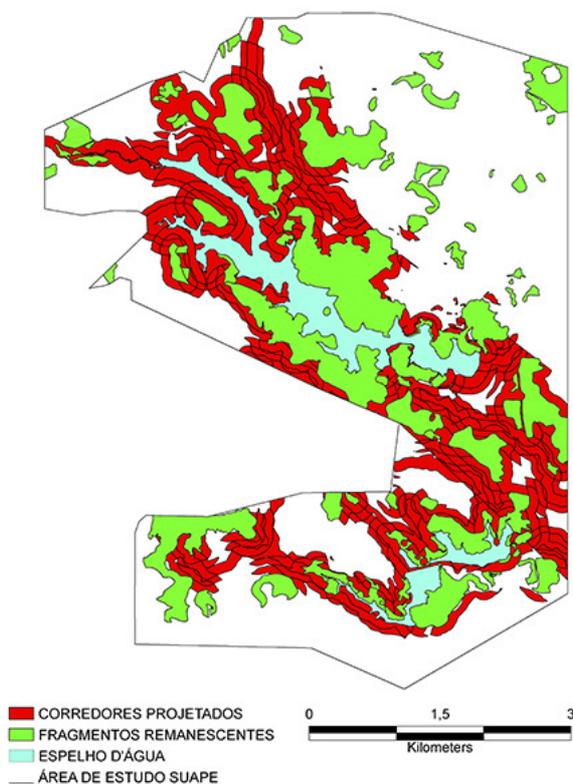
Variáveis analisadas (forma analisada)	Peso
Estado de conservação dos fragmentos (importância)	
Floresta Densa	1,0
Floresta Aberta	0,5
Tipo de uso e ocupação do solo (importância)	
Floresta Densa	1,0
Floresta Aberta	0,9
Culturas diversas e campo antrópico	0,5
Canavial	0,1
Sem vegetação	0,0
UC existente (sim/não)	
Área da UC	1,0
Área fora da UC	0,0
Tamanho dos fragmentos (classes de tamanho)*	Área/menor área
Distância dos fragmentos (classes de distância)**	
Distância das APPs (classes de distância)**	

\* o fragmento de maior área foi considerado de valor 1,0, os demais fragmentos foram pontuados a partir da proporção de sua área dividida pela maior área mensurada.

\*\* foram estabelecidas classes de distâncias dos fragmentos e das APPs a cada 100 m, a primeira classe (até 100 m) recebeu valor 1,0 e as demais foram fracionadas de acordo com o número de classes estabelecidas.

## RESULTADOS

A sobreposição das variáveis analisadas determinou uma área 820,92 ha, considerando as melhores áreas com potencial para a conexão dos fragmentos através de corredores ecológicos (Figura 1).



**Figura 1: Mapa final com o modelo dos corredores propostos, demonstrando a conexão dos fragmentos remanescentes na área de estudo em Suape.**

Os fragmentos com as maiores áreas foram contemplados na conexão no entanto os menores não foram considerados por se localizarem em locais cujos atributos (pesos assinalados) não foram favoráveis à criação dos corredores. Notadamente, dois critérios foram essenciais para a formação dos corredores, em primeiro a distância das APPs e, em segundo, a UC existente. Isto demonstra que a escolha dos critérios de distância, tanto dos fragmentos como para as APPs foram acertados e produziram um caminho lógico para a proposição dos corredores. Assim, a recuperação e efetivação das áreas de preservação permanente (mata ciliar), não só funcionariam como uma conexão inicial entre os principais fragmentos, como serviram de base para os corredores propostos.

Os resultados encontrados neste estudo, em conjunto com a configuração espacial da paisagem fragmentada, demonstraram que essa região é propícia para a implementação de corredores florestais como forma de manutenção e preservação dos processos ecológicos da Floresta Atlântica, atributo fundamental para tomada de decisão em relação à conservação desse ecossistema.

As APPs nesse processo se mostraram um instrumento essencial, dentro dos critérios preestabelecidos e, sua simples reconstituição, por si só estabeleceria corredores que poderiam reconectar vários fragmentos, mas não teria a mesma eficiência dos corredores propostos com a ferramenta do SIG. Assim, o incremento de áreas florestais num total de 820,92 ha, promove maior conexão, alargando suas fronteiras.

Portanto, para planejar corredores não é o suficiente seguir apenas o que está determinado pela legislação ambiental brasileira em relação as larguras das APPs e as dos corpos d'água ou mesmo a determinação de largura mínima para um corredor de 100 m. Desse ponto de vista, os corredores formados a partir da análise do SIG, apesar de gerados por meio de cálculos matemáticos, é significativo do ponto de vista ecológico.

## DISCUSSÃO

Os resultados encontrados neste estudo, em conjunto com a configuração espacial da paisagem fragmentada, demonstram que essa região do Complexo Industrial Portuário de Suape é propícia para a implementação de corredores florestais, como forma de manutenção e preservação dos processos ecológicos da Floresta Atlântica, atributo fundamental para tomada de decisão em relação à conservação desse ecossistema.

Segundo Viana *et al.*, (1992), a distribuição das classes de tamanho dos fragmentos na paisagem é um elemento importante para o desenvolvimento de estratégias para a conservação da biodiversidade. Na área de estudo, 82,41% (75) dos fragmentos possui menos de 10 ha, o que demonstra que esta paisagem é extremamente vulnerável a pressão antrópica. Dário (1999) comenta que a ligação dos pequenos fragmentos isolados por corredores de vegetação natural, pode ser uma estratégia para mitigar os efeitos da ação antrópica, possibilitando a sustentação de determinadas populações de animais e vegetais existentes nestes ambientes.

Na área de estudo, a proximidade entre os fragmentos foi um dos principais condicionantes no delineamento dos corredores, quando da análise realizada pelo SIG. Alguns pequenos fragmentos e um fragmento médio, localizados na porção nordeste da área de estudo não foram contemplados com a conexão via corredores, este fato foi consequência desta área apresentar as características menos favoráveis para implementação de corredores. Por exemplo, são fragmentos distantes dos demais, estão fora da área da UC, imersos na matriz de plantação de cana-de-açúcar e apresentam uma distância acima de 200 m da APP mais próxima. Portanto, o esforço para se interligar estes remanescentes seria excessivamente dispendioso.

Este exemplo demonstra que a escolha dos critérios de distância, tanto dos fragmentos como para as APPs foram acertados e produziram um caminho lógico para a proposição dos corredores. Como demonstrado nos resultados, a recuperação e efetivação das áreas de preservação permanente (mata ciliar), não só funcionariam como uma conexão inicial entre os principais fragmentos, como serviram de base para os corredores propostos.

Dessa forma, a recuperação da mata ciliar além de promover benefícios à dinâmica da paisagem, pois a recuperação dessa vegetação contribui para o aumento da capacidade de armazenamento de água na microbacia, para o aumento da vazão na estação seca, na filtragem superficial de sedimentos e na retenção de nutrientes, conforme demonstrado em vários estudos (Campos *et al.*, 2000, Lima *et al.*, 2004). Mais que isso, essas áreas fluviais têm alta diversidade de espécies e configuram corredores de dispersão naturais, conectando diferentes tipos de ambientes, tornando-se assim, área de indiscutível importância, sendo prioritárias para a conservação e manutenção do equilíbrio ambiental (Naiman *et al.*, 1993, Laurance & Gascon 1997, Lima *et al.*, 2004).

A UC existente na área de estudo e o tipo de uso de solo são dois critérios que estão interligados e que se intersectam. Em primeiro, porque a UC restringe ou proíbe determinados usos do solo, apesar de não ser o que acontece em plano real na região. Devido ao fato da UC não estar efetivamente implantada e conseqüentemente não dispor de um plano de manejo, se observou a presença no seu interior várias famílias de moradores que se utilizam da terra para o plantio de culturas anuais de subsistência. Apesar deste fato, a UC é um delimitador para o plantio de cana-de-açúcar que está limitado ao setor nordeste da área de estudo.

A UC contém quase metade (48%) dos fragmentos remanescentes existentes na área, portanto a efetivação da unidade com a elaboração de um plano de manejo que preveja a restauração das APPs, bem como das áreas hoje utilizadas para agricultura, são ações que na prática podem ser priorizadas pela implementação dos corredores aqui propostos.

O mosaico vegetacional, formado pela paisagem fragmentada, mostrou-se propício para elaboração de um plano de criação de corredores ecológicos, tanto pela proximidade entre os fragmentos, como pela possibilidade de interligação por meio da recuperação das APPs.

Como discutido anteriormente, as APPs nesse processo se mostraram um instrumento essencial uma vez que dentro dos critérios preestabelecidos sua simples reconstituição por si só estabeleceria corredores que poderiam reconectar vários fragmentos, mas não teria a mesma eficiência dos corredores propostos com a ferramenta do SIG. Assim, o incremento de áreas florestais num total de 820,92 ha promove maior conexão, alargando suas fronteiras.

Sauders & Hobbs (1991), Murcia (1996) e Metzger (1999) em outros estudos realizados afirmam que os corredores mais largos beneficiam maior número de espécies em comparação com os estreitos, pois a largura é um parâmetro que determina a que proporção o corredor estará exposto ao efeito de borda. Uma espécie de interior, restrita as condições

ambientais existentes nas áreas internas dos fragmentos, não teria seu deslocamento facilitado por um corredor formado unicamente por áreas de borda.

Portanto, para planejar corredores não é o suficiente seguir o que está determinado pela legislação ambiental brasileira, em relação as larguras das APPs e a dos corpos d'água ou a determinação de largura mínima para um corredor de 100 m. Desse ponto de vista, os corredores formados a partir da análise do SIG, apesar de gerados por meio de cálculos matemáticos, é significativo do ponto de vista ecológico.

Por fim, é necessário se observar que a implementação de corredores não está unicamente condicionada à área que ele ocupa, mas também a sua qualidade que dependerá não só da largura, como do seu tamanho e do grau de cobertura que o mesmo possui (Santos 2003).

## **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Os resultados descritos nesse estudo devem ser corroborados por dados provenientes de análises de campo, uma vez que o mosaico de fragmentos abriga diversas fisionomias, estados de conservação, diversidade, entre outras características, e essas informações são essenciais para o entendimento da complexa teia ecológica que se forma durante o processo de fragmentação.

A conexão dos fragmentos é um passo importante para a sustentabilidade dos processos ecológicos, porém esta conexão faz parte de um conjunto de ações que devem ser estabelecidas para a efetiva manutenção de uma paisagem equilibrada.

## **AGRADECIMENTOS**

A administração do Complexo Industrial Portuário de Suape por permitir a realização do estudo em seu território e pela logística de campo; a Augusto Clemente e Aramis Leite pela elaboração dos mapas temáticos e auxílio nos cálculos de projeção dos corredores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brasil. 2006. O corredor central da mata atlântica: uma nova escala de conservação da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Conservação Internacional e Fundação SOS Mata Atlântica, Brasília.
2. Caldas, A.J.F.S. 2006. Geoprocessamento e análise ambiental para determinação de corredores de hábitat na Serra da Concórdia, Vale do Paraíba – RJ. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
3. Campos, J.B., Romagnolo, M.B. & Souza, M.C. 2000. Structure, composition and spatial distribution of tree species in a remnant of the semi deciduous seasonal alluvial forest of the upper paraná river floodplain. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 43(2): 185-194.
4. Lima, W.P., Righetto, A.M., Ranzini, M., Arcova, F.C.S., Cicco, V. & Guandique, M.E. 2004. Processos hidrológicos de uma microbacia com Mata Atlântica, na região da Serra do Mar, SP. *Scientia Forestalis* 66: 108-119.
5. Martins, A.K.E., Neto, A.S., Martins, I.C.M., Brites, R.S. & Soares, V.P. 1998. Uso de um Sistema de Informações Geográficas para indicação de corredores ecológicos no município de Viçosa - MG. *Revista Árvore* 22 (3): 373 – 380.
6. Metzger, J.P. 1998. Landscape ecology approach in the preservation and rehabilitation of riparian forest areas in S.E. Brazil. *In* C. Salinas & J. Middleton (eds.). *Landscape Ecology as a Tool for Sustainable Development in Latin America*. International Association for Landscape Ecology, Logan.
7. Metzger, J.P. 1999. Estrutura da paisagem e fragmentação: uma análise bibliográfica. *Anais Academia Brasileira de Ciências* 71 (3):445-463.
8. Muchailh, M.C. 2007. Análise da paisagem visando à formação de corredores de biodiversidade: Estudo de caso da porção superior da bacia do rio São Francisco Falso, Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.
9. Murcia, C. 1996. Forest fragmentation and the pollination of neotropical plants *In* Forest patches in tropical landscape (J. Schelhas, R. Greenberg, D.C. Washington & L. Covello, eds.). Island Press, California, p. 19-36.
10. Nunes, G.M., Souza Filho, C.R.S., Vicente, L.E., Madruga, P.R.A. & Watzlawick, L.F. 2005. Sistemas de Informações Geográficas aplicados na implantação de corredores ecológicos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim (RS) *In* Anais do 12º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, p. 3183-3189.
11. Primack, R.B. & Rodrigues, E. 2001. *Biologia da conservação*. Londrina, 328p.
12. Santos, A.M.M. & Tabarelli, M. 2003. Variáveis múltiplas e desenho de unidade de conservação: uma prática urgente para a Caatinga *In* *Ecologia e conservação da Caatinga* (R.L. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva, eds.). Editora Universitária-UFPE, Recife, p.735-776.
13. Saunders, D.A., Hobbs, R.J. & Margules, C.R. 1991. biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5(1): 18-32.
14. Tabarelli, M. & Gascon, C. 2005, Lições de Pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes e manejo para a conservação da biodiversidade. *Revista Megadiversidade* 1 (1): 181-188.
15. Viana, V.M., Tabanez, J.A. & Matinez, J.L.A. 1992. Restauração e manejo de fragmentos florestais *In* Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. São Paulo, p. 400-406.