

Recuperação de áreas degradadas em um sistema fluvial urbano do semiárido (Mossoró/RN) com auxílio da ferramenta SIG

GIS applied of a recovery of degraded area from na urban riverine system of semiarid (Mossoró/RN)

Anderson Adailson da Silva¹, Milton Araújo de Lucena Filho² e Renato de Medeiros Rocha³

¹ Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, Brasil
andersonadailson@yahoo.com.br

² Empresa de Recuperação Ambiental, Caicó, Brasil
miltonfilhoacaico@yahoo.com.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, Brasil
renatoacaico@yahoo.com.br

Resumo

A utilização das geotecnologias em projetos e atividades torna-se cada vez mais necessária, tendo em vista as exigências da área ambiental por resultados mais satisfatórios e mais precisos, bem como menos onerosos. No campo das geotecnologias, o SIG constitui-se como ferramenta que apresenta a possibilidade de uma análise e gestão integrada de áreas degradadas. Este trabalho teve o objetivo de apresentar a aplicabilidade da utilização de um SIG na gestão de áreas degradadas em processo de recuperação nas margens do Rio Apodi/Mossoró, na cidade de Mossoró/RN. Os resultados foram pautados de informações dispostas no projeto “Margem Viva” e no uso do software Arcgis 10 para inserção dos dados e análises e geração das informações. Identificou-se 51 áreas para recuperação, as quais apresentaram uma cobertura do solo predominantemente com cultivo, edificação, solo exposto, vegetação, rio e área alagada. Apresentou-se a possibilidade de inserção de informações alfanuméricas para cada área através da tabela de atributos. Com base nesta estratégia de gestão, verificou-se a extrema importância da implantação do SIG para otimizar as tarefas e dar maior confiabilidade técnica e científica, onde os resultados apresentaram maior consistência a partir da integração da base de dados com o suporte cartográfico.

Palavras-chave: SIG; Área Degradada; Gestão

Abstract

The use of geotechnologies in projects and activities becomes increasingly necessary in view of the requirements of the environmental field for more satisfactory results and clearer, and less costly in terms of finance and time. Geotechnologies through GIS is a tool that presents the possibility of analysis and management of degraded areas. The results were based upon the information set forth in the project “Live Edge” and the use of Arcgis 10.2.2 software for data entry and analysis and generation of information. Identified 56 areas for recovery, and the classes of land cover and land use: farming, building, exposed soil, vegetation and wetland. Presented the possibility of entering alphanumeric information for each area by the attribute table. This work aimed to present the applicability of using a geographic information system (GIS) in the management of reclamation in the study stretch of the River Apodi-Mossley in the town of Mossley / RN environment.

Keywords: GIS; Degraded Area; Management

1 Introdução

Ocorrem inúmeros processos de degradação ambiental provocados pelas atividades humanas convertendo áreas naturais em áreas degradadas, com altos níveis de perturbações dos ecossistemas. Apesar da divulgação de várias pesquisas da importância ecológica dos ecossistemas, esses continuam a sofrerem perturbações provocadas pela ação antrópica, dando lugar à especulação imobiliária, agricultura, pecuária, e acontecendo apenas de serem devastadas sem um fim produtivo (MARTINS, 2009). Tricart (1977) ressalta já na década de 1970 a inexistência de ecossistemas que não tenham sido modificados pelo homem, embora estas modificações sejam de natureza diferente e de importância diversa.

Analisado sob essa ótica da degradação ambiental, o Bioma Caatinga está entre as formações vegetacionais decíduas mais ameaçadas, onde ocorre grande destruição de áreas naturais, o que resulta em grande processo de fragmentação do ecossistema florestal (CARDOSO; QUEIROZ, 2010). Este processo traz consigo inúmeras consequências ambientais como perda de habitat e vulnerabilidade à extinção local, reduzindo o tamanho das populações, provocando uma perda da diversidade genética (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Neste bioma, um fato preocupante diz respeito ao uso dos recursos naturais como base para exploração de subsistência das populações que vivem no meio rural, estando geralmente associada ao que se tem nas paisagens locais (RODRIGUEZ et al., 2007; ROQUE et al., 2010; FARIAS et al., 2012).

Um fator importante quanto se trata de áreas degradadas é a sustentabilidade dos solos e da água, pois são fontes primárias para a produção de alimentos. Este fator é uma questão grave na atualidade, onde os projetos de recuperação de área degradada têm que propor no mínimo estes fatores como objetivos finais (MALVEZZI, 2007).

No processo para a recuperação de área degradada existe uma necessidade de realização de um levantamento da caracterização do uso e ocupação do solo, de forma que sirva em uma mesma perspectiva de zoneamento. Essa estratégia facilitará a definição das técnicas mais adequadas de recuperação para as situações variáveis do ambiente em estudo, gera-se uma otimização dos trabalhos, tanto em relação aos custos como em termo de reposta para atingir a qualidade ecológica desejada (MARTINS, 2009).

É neste contexto que a utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) contribui para otimizar quaisquer trabalhos que possam ser referenciados na superfície terrestre. Essa abordagem *in silico* dos fenômenos e processos espaciais permite uma melhor compreensão entre os níveis de informação e dados ambientais, facilitando a tomada de decisões para o planejamento, ordenamento e gestão dos recursos florestais e/ou ambientais (BORGES, 1996).

Para que se possa obter um gerenciamento adequado de áreas degradadas e dos recursos disponíveis na região, é indispensável a identificação e compreensão das características ambientais que estão presentes na paisagem e como interagem (PIRES et al., 2004). Com o mapeamento dos dados do território, e trabalhando na integração desses dados em um SIG é possível o conhecimento de uma região ou de um aspecto no territorial, possibilitando, assim, subsídios para decisões referentes ao gerenciamento da paisagem em análise (FITZ, 2008; DUARTE, 2008).

As novas tecnologias associadas a conhecimentos e ao manuseio das informações sobre determinado espaço territorial de análise em questão criam subsídios para gerar informações relativas à situação do território. Uma das características básicas do SIG, no qual faz parte destas novas tecnologias, é a capacidade de atribuir/associar as representações da situação real do território, em informações organizadas que podem ser sobrepostas, a bancos de dados alfanuméricos (PEREIRA JUNIOR et al., 2011).

A partir desta perspectiva, este trabalho tem o objetivo de apresentar a gestão de recuperação da área degradada em trecho do ambiente de estudo das margens do Rio Apodi/Mossoró na cidade de Mossoró/RN com auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). A recuperação da área degradada pode ser facilitada pelo uso do SIG, pois a necessidade de manejar os recursos biológicos de uma forma razoável para a qualidade de vida humana, vai extremamente depender do uso inteligente de princípios ecológicos, para que se possa prevenir e amenizar problemas ambientais, bem como tentar conciliar com as práticas econômicas, sociais e ambientais (RICKLEFS, 2010). Assim, as novas geotecnologias podem ser ferramentas de grande importância quando bem aplicadas e bem manuseadas por técnicos especializados para isso, os ganhos financeiros e de rendimentos serão de enormes proporções. 1.1 Exemplo de seção

2 Materiais e métodos

A área do trabalho se localiza no semiárido do Rio Grande do Norte, mais precisamente na mesorregião Oeste Potiguar, compreendendo um trecho do Rio Apodi/Mossoró próximo ao centro urbano do município de Mossoró/RN (Fig. 01). O local de estudo está localizado no Bioma Caatinga, com a presença de solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo e o Cambissolo Háptico. A área pertence a uma planície fluvial, dentro do grupo da Chapada do Apodi, localizado no litoral Setentrional do estado do Rio Grande do Norte (NUNES, 2006).

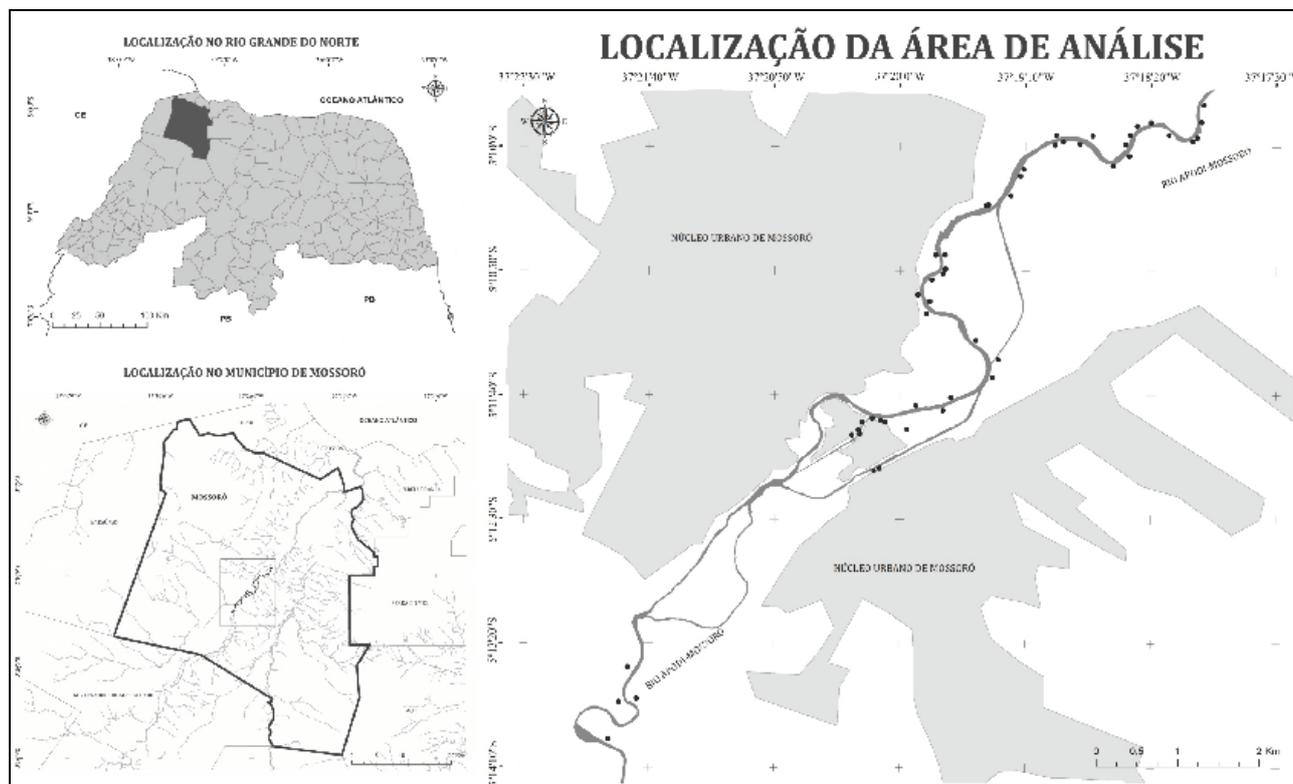


Figura 01 - Mapa de representação da localização das áreas de análise

As áreas para recuperação deste estudo pertencem ao “Projeto Margem Viva”, iniciada a sua execução em 2011, que teve o objetivo da recuperação das margens do Rio Apodi/Mossoró, em parceria com o Ministério Público Estadual (MPE). Com uma quantidade atualmente de 59 hectares distribuídas ao longo do rio nas proximidades da

área urbana de Mossoró/RN, onde os limites das áreas foram obtidos junto ao MPE e IDEMA. Sendo este valor de 59 hectares referente a primeira parte do projeto, o qual foi destinado 50% do valor total a ser recuperado.

Foram realizadas consultas nas bibliografias da área cartográfica para embasamento teórico das técnicas a serem aplicadas, bem como levantamentos de materiais cartográficos pré-existent em base de dados. Durante a fase preliminar de delimitação e localização das áreas, utilizaram-se os dados da base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) disponibilizados na internet em forma de vetores. A imagem utilizada foi a do Satélite SPOT do ano de 2009, sensor HRG com resolução espacial com pixel de 2,5 m e composta por três bandas (faixas espectrais), obtida junto ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA).

Para atingir a precisão desejada, a imagem foi georreferenciada na grade de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), iniciando-se pelas cartas topográficas (em formato digital) da SUDENE (SB-24-X-D Mossoró), em escala de 1:100.000, a partir do Datum Córrego Alegre. Logo em seguida, após se concluir este processo, o Datum das cartas foi modificado para SIRGAS 2000.

Todas as atividades de produção do material cartográfico digital e Processamento Digital de Imagens de sensoriamento remoto foram realizadas com o auxílio do software ArcGis 10 – ESRI @ (utilizando uma licença educacional), processando desde a plotagem da localização das áreas até os mapas de caracterização do uso e ocupação do solo, bem como a inserção de dados em tabela de atributos.

Foram realizadas campanhas de campo em várias etapas da atividade para avaliar as informações coletadas e trabalhadas em ambiente SIG. A verificação de alguns pontos essenciais na análise do processamento digital das imagens, foi empregado um aparelho receptor de sinais GPS (Global Positioning System) de navegação Garmin eTrex, de 12 canais e com antena interna, com exatidão média aproximada de 10 m. Por fim, para utilização, integração e manipulação de dados estatísticos foi utilizado o software Microsoft Excel (Microsoft Office ©).

2.1 Procedimentos realizados auxiliados com o Sistema de Informação Geográfica (SIG):

2.1.1 Identificação das áreas

Foram recebidas coordenadas geográficas do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente e do Ministério Público Estadual, responsáveis pela elaboração do projeto norteador para a recuperação, bem como são os responsáveis pela fiscalização do cumprimento das obrigações. Em seguida, procedeu-se com a plotagem das coordenadas para prévia identificação das áreas, com o propósito de auxiliar as campanhas de campo no plano territorial, bem como as suas demarcações de limites de cada área.

2.1.2 Cobertura do solo

A partir da localização das áreas, foi extraída a informação de cobertura do solo, que partiu de uma classificação supervisionada, utilizando-se o método “pixel a pixel” (Algoritmo Maximum Likelihood), o qual modela a informação espectral para encontrar regiões homogêneas na imagem. Após está essa, a imagem classificada foi transformada em um arquivo vetorial para facilitar as análises. Foram realizadas campanhas de campo para confirmação das classes apresentadas em ambiente SIG (06 classes).

2.1.3 Tabela de atributo classificatório

Após o processo de vetorização das áreas classificadas, foi montada a tabela de atributos com colunas que representaram os nomes das respectivas classes com seus respectivos valores, em hectares, representativos para cada área do projeto.

2.1.4 Modelo de plantio

Após a conclusão das fases referentes ao mapeamento da cobertura da área foi feito o desenho do modelo em ambiente SIG para o plantio das mudas, com as respectivas linhas de plantio com o espaçamento de 3 m X 3 m. Foi construída a distribuição das mudas através da ferramenta de análises para ArcGIS (Hawth's tools), que é uma extensão gratuita que realiza análises espaciais e funções que não são encontradas na caixa de ferramentas padrão do software.

2.1.5 Tabela de atributo informativo

Nesta etapa foram inseridos os metadados referentes ao andamento das atividades de recuperação em cada área, sendo, o nome do proprietário, tamanho da área, limites, largura das margens, espécies a serem plantadas, número de mudas plantadas até o momento e as que serão plantadas. Neste caso, temos o modelo de um dado alfanumérico correspondendo a uma atividade desejada.

2.1.6 Banco de dados

O banco de dados constituiu-se da união de todas as informações das etapas ligadas ao SIG, para consulta e manipulação dos dados referentes ao andamento do projeto pelos técnicos responsáveis para um melhor gerenciamento do processo, o que facilitará identificar falhas e aplicar correções, otimizando o trabalho. Através deste banco de dados, contemplou-se especificamente os dois principais aspectos da informação: os dados espaciais e os alfanuméricos.

3 Resultados e discussão

Foram mapeadas 51 áreas ao longo do trecho do Rio Apodi/Mossoró; as áreas variaram em tamanhos de 0,08 ha a 10,48 ha (Figura 02). É importante ressaltar que estas áreas foram as que ficaram sob a responsabilidade de execução da Empresa de Recuperação Ambiental (ERA). Não se teve acesso aos dados de outras empresas.

As características das áreas foram identificadas em campo com o reconhecimento das classes de cobertura do solo e inseridas em ambiente SIG para gerenciamento no banco de dados (Figura 03).

O produto foi gerado dentro do ambiente SIG, evidenciando as potencialidades desta ferramenta, a partir da inserção de dados dentro de um banco de dados. Observa no mapa a distribuição de áreas ao longo do rio, bem como a sua caracterização, o que otimiza o tempo e mão de obra, para a coleta de informações específicas. Esta seria a versão final de um produto, embora os dados possam ser manipulados e gerar inúmeras informações complementares, sendo possível também realizar apenas consulta aos dados ou gerar diversos produtos específicos.

A ferramenta também se mostrou eficiente na armazenagem dos dados referentes a cada área, os quais não são representados em forma de vetores, e sim em forma de atributos em uma tabela, ligadas ao objeto de representação espacial dentro do SIG, permitindo acesso rápido a diversas informações em meio digital. A tabela 01 representa os valores do uso e ocupação das áreas destinadas a princípio da recuperação.

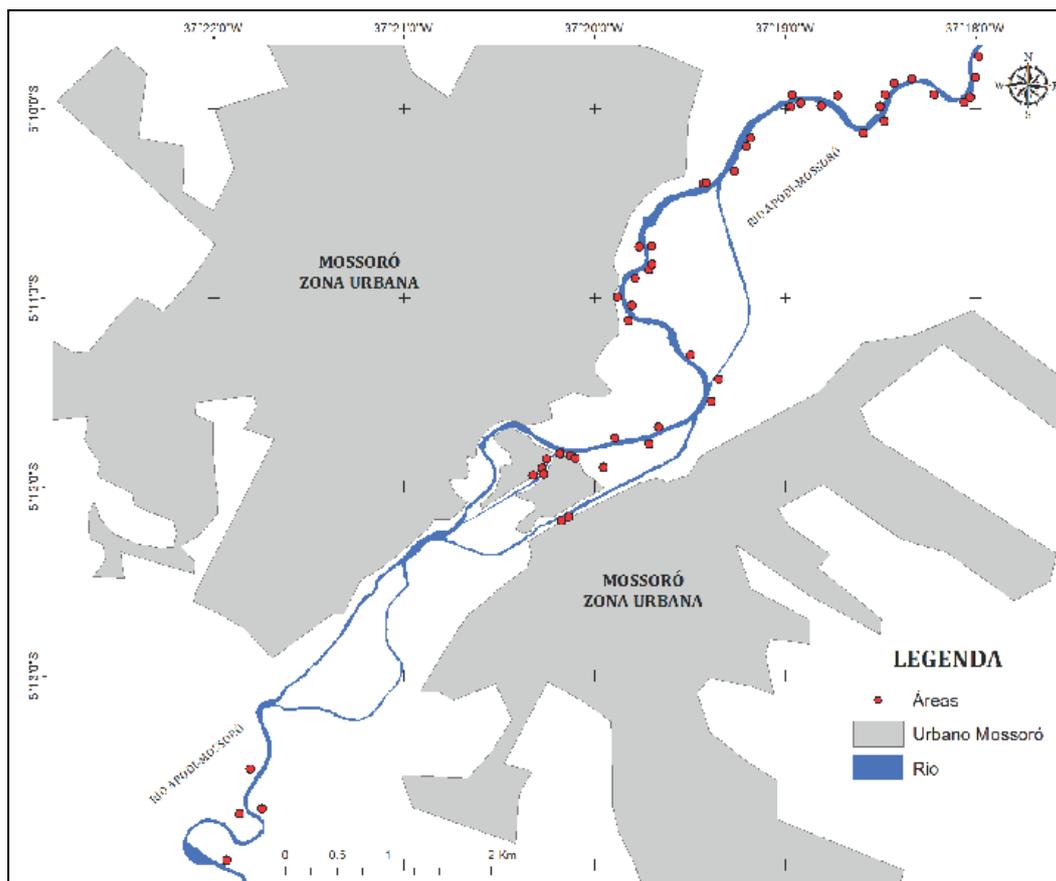


Figura 02 - Distribuição ao longo do Rio Mossoró.

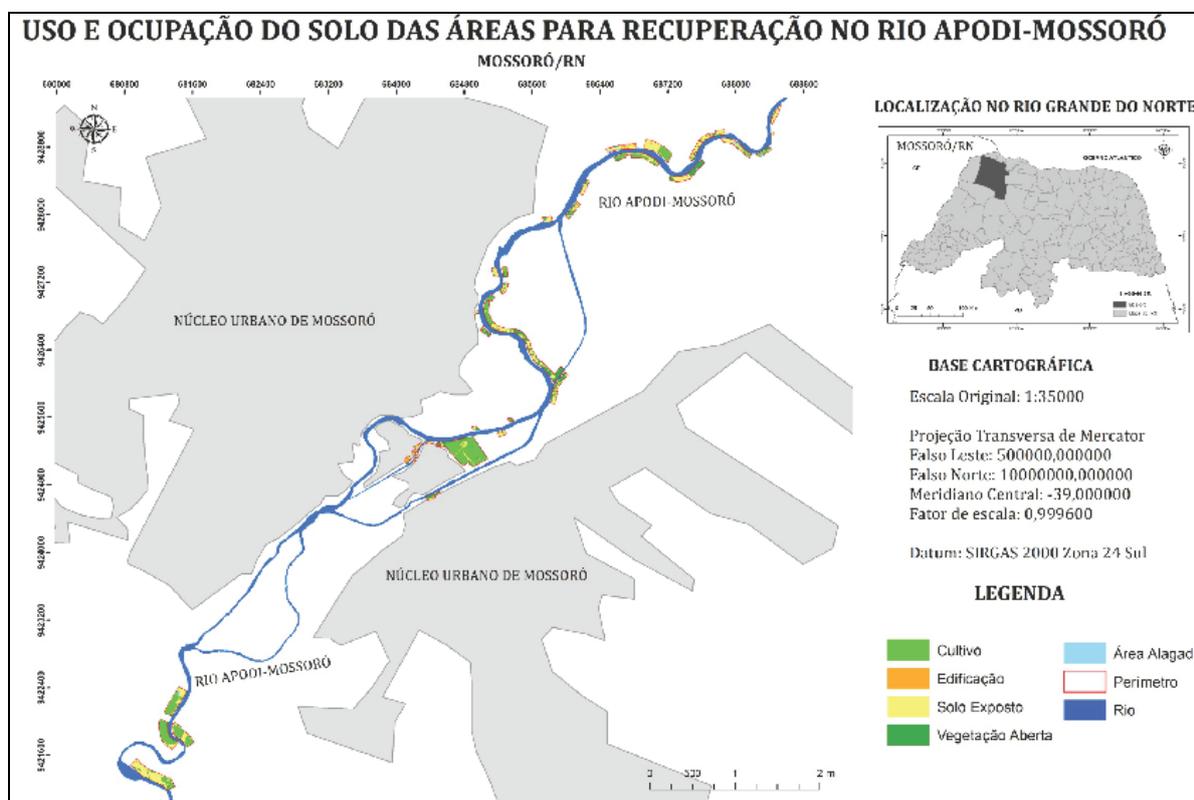


Figura 03 - Imagem com as classes de cobertura do solo para as áreas

Tabela 01 - Uso e ocupação das áreas em processo de recuperação

| USO E OCUPAÇÃO | | PORCENTAGEM |
|------------------|--------------|-------------|
| CLASSES | HECTARES | (%) |
| Área alagada | 1,27 | 2,14 |
| Cultivo | 22,41 | 37,81 |
| Edificação | 1,05 | 1,77 |
| Solo exposto | 22,44 | 37,86 |
| Vegetação aberta | 12,09 | 20,40 |
| TOTAL | 59,26 | 100% |

Pode-se observar que as classes de “Solo exposto” e “Cultivo” foram as que apresentaram maior área na caracterização; juntas, correspondem a 44,85 hectares, equivalente a 75,67% do total das áreas. Estes valores mostram que os ambientes realmente apresentam degradação em seu território, pois o solo exposto corresponde a uma área sem presença de vegetação, o que o caracteriza como degradado. O cultivo pode ser considerado um fator de degradação, pois existe a remoção da vegetação nativa para tornar as áreas produtivas, o que é extremamente danoso ao ambiente, confirmando que o uso das margens do rio pode ter sido um dos fatores contribuintes para a degradação. Durante a atividade de cultivo ainda existe o problema do manuseio do solo, desencadeando processos erosivos e de lixiviação, transportando sedimentos para dentro do rio, bem como os fertilizantes e agrotóxicos utilizados em diversos casos na produção agrícola, o que torna um fator altamente contaminador do solo e do ecossistema aquático.

Para a classe de “Áreas alagadas” observou-se uma baixa representatividade, ficando apenas com 2,14% do total das áreas, ou seja, apenas 1,27 ha que estão cobertos por zonas alagadas. Um baixo valor também foi registrado para “Edificação”, que corresponde apenas a 1,77% e 1,09 ha no total; mas um dado interessante é que este também é um fator de análise considerável, tendo em vista que a maior parte da classe de edificação corresponde à zona urbana do município que adentra a faixa de margem do rio.

Verificou-se também a representatividade de 20% para classe de “Vegetação aberta”, correspondendo a 12,09 hectares do valor total das áreas. Esta é composta praticamente por vegetação exótica, em sua grande maioria por algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC), que está situada em uma pequena “franja” na margem do rio, o que não ultrapassa 5 metros de largura, em toda extensão das áreas em análise. Desta forma, evidencia-se que este ambiente foi submetido a uma forte degradação e que apenas a vegetação exótica suporta e se adapta frente às adversidades impostas pela pressão exercida. A algaroba também é uma forte competidora da vegetação nativa, que não consegue se estabelecer em ambientes perturbados e acabam cedendo espaço, pois as exóticas costumam ter um poder de crescimento muito rápido, inibindo a recolonização das outras espécies (NASCIMENTO, 2008).

O levantamento realizado sobre a caracterização do uso e ocupação das áreas através do auxílio do uso do SIG, e a sua integração inicial neste espaço virtual, foram essenciais para o planejamento das etapas seguintes de execução, onde consistiu em quantificar as espécies que seriam destinadas para cada área, bem como cada tipo de espécie, pensando sempre no ambiente ao qual a espécie iria ocupar. Esta abordagem também forneceu subsídios para direcionamento das atividades referentes à logística de transporte de material e recursos humanos para execução das atividades tracejadas no projeto, a partir da precisa localização das áreas, bem como indicando as rotas de acesso.

A quantidade total de mudas a serem plantadas, foi disponibilizada pelas empresas que contrataram a ERA, os quais apresentaram um valor inicial de 52.437 mudas para todas as áreas. Esse valor aumenta ou diminui, conforme a dinâmica das áreas no processo de recuperação, como se observa na tabela abaixo:

Tabela 02 - Valores do projeto de recuperação

| PERÍODO | ÁREA EM HECTARES | QUANTIDADE |
|------------------|------------------|------------|
| Proposta Inicial | 59,2 | 52.437 |
| Executados | 44,68 | 37.117 |

Observa-se uma diferença entre os valores das áreas, do período inicial até dezembro de 2014; esse fato se explica pela exclusão de algumas áreas pelo MPE, por apresentarem algumas características específicas, as quais não permitiam naquele momento, a execução do PRAD. As áreas apresentam dinâmicas diferentes de intervenção, as quais não permitiram o plantio de todas as mudas, por exemplo, a presença na “beira” do rio de árvores de Algaroba, sob orientação do MPE e do IDEMA não foi realizada a remoção, pois estavam dando resistências as barreiras, evitando o carreamento do solo e o conseqüente assoreamento do rio. Desta maneira, a área efetiva para plantio passou a ser menor, gerando assim uma proporção menor no número total de mudas plantadas, como foi apresentado na tabela anterior. Além de alguns pontos não serem possíveis o plantio de mudas de 3x3m (ou 9m²), pois tinham algumas plantas no local.

A integração de dados em banco de dados ligados a um ambiente SIG foi de fundamental importância, pois otimizou diversas análises referentes à distribuição de mudas para as áreas e como seriam distribuídas em campo, servindo como suporte para a montagem do modelo gráfico do plantio representando pela Figura 04.

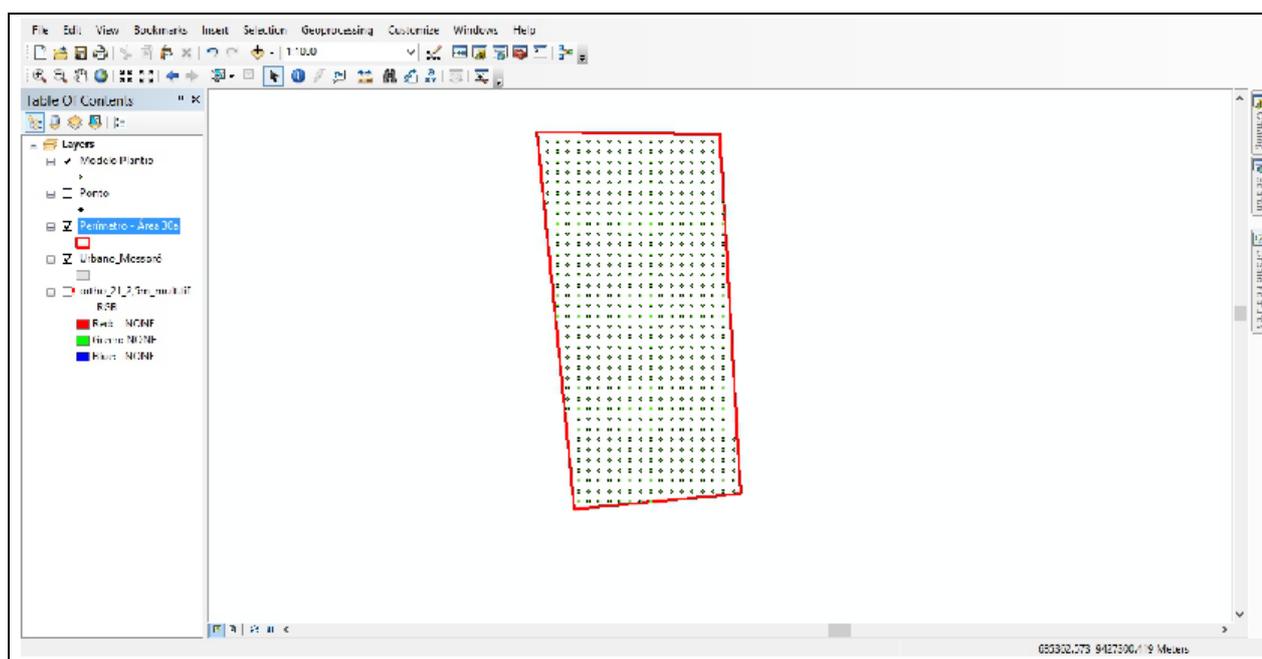


Figura 04 - Representação em ambiente de software SIG do modelo de plantio de mudas

Pode-se observar como é importante a representação espacial de um modelo de plantio em projetos de recuperação, com o objetivo da aplicação em campo, pois é facilitada por motivos de ter uma base antes de se iniciar o plantio, tendo um modelo norteador para as atividades de campo (Fig. 05 e 06).



Figura 05 - Abertura das covas em alinhamento



Figura 06 - Covas abertas em linhas

Foi observada em campo a importância da existência de um modelo predefinido em ambiente SIG, no qual foi sendo adaptado para as características de cada área a ser recuperada, sem que houvesse grande perda de tempo na elaboração. Com isso, forneceu subsídios na hora da execução em campo do modelo de plantio, servindo como ferramenta auxiliar no processo de abertura das covas das mudas para plantio. Nessa perspectiva Torchetto et al, (2014) apresenta que ferramentas que abrangem análise espacial, caso dos SIG's, as quais facilitem a geração de conhecimento sobre o ambiente, ocasiona uma maior capacidade de avaliação, gerenciamento e planejamentos das mais variadas situações em projetos.

A integração de tabelas de informações também é de vital importância no processo de consulta rápida às informações básicas da área, bem como alguns mais avançados, dependendo da evolução do processo de recuperação. Segundo Barbosa et al., (2015) que funções de SIG podem facilitar a manipulação e análise, através da integração de informações e variáveis, com o uso de tabelas. Logo abaixo, temos um exemplo de tabela de informações básicas integradas dentro de um ambiente SIG (Figura 07).

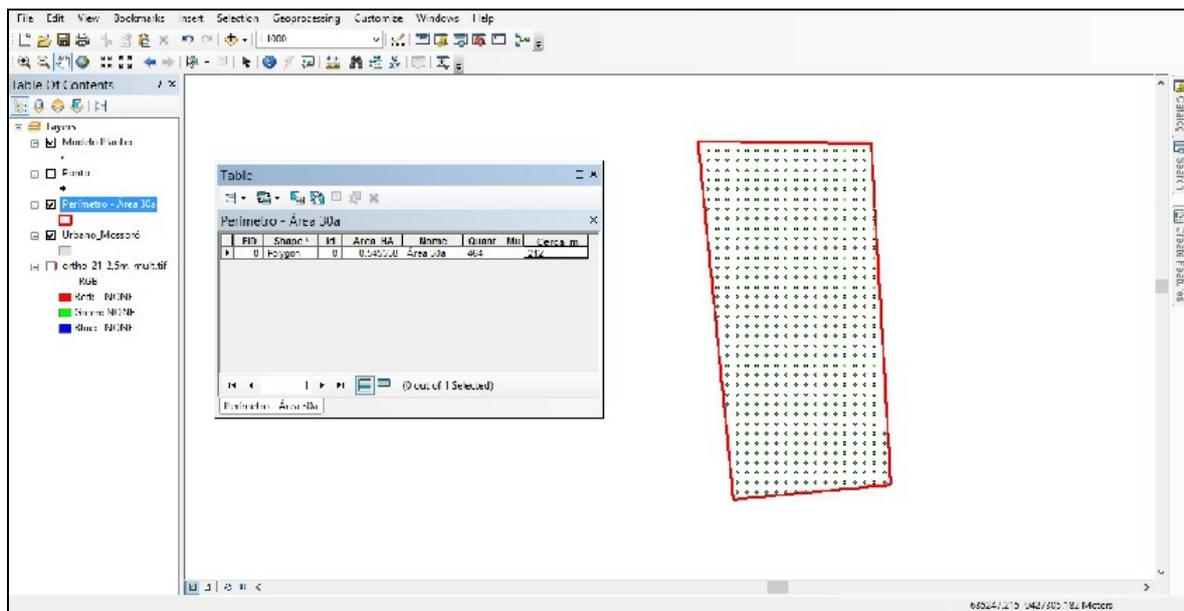


Figura 07 - Representação em ambiente de software SIG de uma tabela de atributos

As informações básicas de um projeto ou de uma área estando o mais acessível possível facilita a tomada de decisões e a rápida absorção de informações para os gerenciadores da área em processo de recuperação. Desta forma, pelo menos algumas tabelas de cunho básico, devem ser inseridas em projetos que tenham objetivos de implantarem um sistema de informação geográfica para gestão da área degradada.

O acesso a informações precisas e em menos tempo é um fator determinante para a qualidade final do resultado de recuperação de uma área, pois todo o seu gerenciamento irá passar pela análise destes dados, o que pode ser definidor para o sucesso ou fracasso da aplicação do SIG e conseqüentemente da recuperação da área. O monitoramento da coleta dos dados informativos também é uma fase importante, pois são a partir destas informações que serão tomadas as mais diversas decisões para a recuperação. De toda forma Simão Junior (2001), já apresentava a necessidade de uma abordagem holística para a recuperação de área degradadas, e ao mesmo tempo o potencial da utilização do SIG nesse tipo de abordagem.

A aplicação das ferramentas disponíveis no SIG foi importante para a aquisição de diversas informações necessárias para o andamento das atividades, onde forneceram subsídios para decisões pertinentes a execução do projeto. A geração de produtos finais dentro do SIG foi de fundamental importância para a disponibilização para os gestores terem em meio analógico os resultados, bem como foi demasiadamente importante os dados dispostos virtualmente para simples consulta. Corroborando com essa perspectiva da geração de dados para trabalhos na área de recuperação de áreas degradadas, Gregório et al. (2014) realizou a identificação de áreas suscetíveis a erosão, com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, no tocante a apresentação de mapas de elevação e declividade da área em estudo.

Na ocasião também foram inseridos dados pertinentes às informações adicionais para as áreas, como os nomes dos proprietários, os responsáveis pela execução, hectares sendo recuperados, quantidade de mudas, localização, entre outras. Os dados atrelados às informações espaciais contribuíram para a criação do banco de dados, no qual serviu para realização das consultas rápidas os dados integrados e de fácil acesso. Nesta perspectiva de agilidade, Cunha e Bacani (2015) utilizaram a ferramenta de geoprocessamento para identificar conflitos de uso da terra, e confirmaram velocidade na manipulação da análise e modelagem dos dados espaciais e geração de informações. Evidenciando assim que os diversos projetos que usam SIG ou ferramentas geotecnológicas obtêm bons resultados em seus trabalhos.

4 Conclusões

O uso do SIG é uma ferramenta de importância muito grande no auxílio à gestão do processo de recuperação de áreas degradadas, pois torna dinâmica e rápida a análise sobre as áreas a serem executadas as atividades de recuperação, mostrando assim um panorama da situação das mesmas. A sua utilização foi um instrumento capaz de otimizar o trabalho no processo de gerenciamento da recuperação de áreas degradadas.

Verificou-se que para o gerenciamento de áreas degradadas foi de extrema importância a implantação do SIG no sentido de otimizar as tarefas e dar maior confiabilidade técnica e científica, montando-se uma base de dados confiável e com consistência para gerar informações e análises necessárias para a otimização dos mais diversos projetos.

Neste caso, o gerenciamento dos 59 hectares de área para recuperar está sendo um suporte que fornece as informações necessárias para a intervenção no momento em que o analista decidir que seja o mais correto.

Por fim, ressalta-se que o SIG foi uma ferramenta de fundamental importância no apoio da gestão das áreas degradadas, por conseguir conciliar dados alfanuméricos e dados espaciais em um único ambiente. Essa abordagem possibilitou desde a simples consulta de informações numéricas até consultas mais complexas, além da geração de diversos produtos finais, tornando disponível inúmeras informações necessárias ao gerenciamento adequado no processo de recuperação da área degradada.

Agradecimentos

Agradecimento ao Ministério Público Estadual (Mossoró/RN), ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente -IDEMA e a Empresa de Recuperação Ambiental pelas informações fornecidas.

Referências

- BARBOSA, C. C. F.; CORDEIRO, J. P.; CÂMARA, G.; FREITAS, U. M. Integração de objetos e campos geográficos em uma álgebra de mapas. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE 2015. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/gisbrasil99/algebra_mapas/
- BORGES, J.G. Sistemas de apoio à decisão em planejamento em recursos naturais e ambiente. Revista Florestal, Lisboa, v.9, n.3, p.37-44, 1996.
- CARDOSO, D. B. O. S.; QUEIROZ, L. P. Caatinga no contexto de uma metacomunidade: evidências da biogeografia, padrões filogenéticos e abundância de espécies leguminosas. In: CARVALHO, C. J. B; ALMEIDA, E. B. (Org.). Biogeografia da América do Sul: padrões e processos. São Paulo: Roca, 2010.
- DUARTE, P. A. Fundamentos de Cartografia. 3. ed. Florianópolis: ED. UFSC, 2008.

- FARIAS, J. F.; BORGES, F.R.; SILVA, E.V.; RODRIGUEZ, J.M. M. Compartimentação geocológica e propostas de planejamento ambiental em escala municipal no semiárido brasileiro. *Geografia e Ordenamento do Território*, n.2, p. 97-115, 2012.
- FITZ, P. R. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- GREGÓRIO, M. N.; ALVES, F. P.; SILVA, D. L. Uso do geoprocessamento no monitoramento de controle de erosão em área de instabilidade de encostas: barragem Barra de Guabiraba-PE. In: V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 12 - 14 de Nov de 2014.
- MALVEZZI, R. Semi-Árido: uma visão holística. Brasília: Confea, 2007.
- MARTINS, S. V. Recuperação de área degradada. Viçosa/MG: Aprenda Fácil, 2009.
- NASCIMENTO, C.E.S. Comportamento invasor da algarobeira *Prosopis juliflora* (Sw) DC. nas planícies aluviais da caatinga. Tese doutoral. Recife: Universidade Federal de Pernambuco/Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, 2008.
- NUNES, E. Geografia física do Rio Grande do Norte. Natal: Imagem Gráfica, 2006.
- PEREIRA JUNIOR, E. R. et al. Geoprocessamento aplicado a fiscalização de áreas de proteção legal: o caso do município de Linhares – ES. In: XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R. T. (Orgs.). Geoprocessamento e análise ambiental. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; PIRES, A. M. Z. C. R. Gestão biorregional: uma abordagem conceitual para o manejo de paisagens. In SANTOS, J. E.; CAVALHEIRO. PIRES, J. S. R.; OLIVEIRA, C. H.; PIRES, A. M. C. R. (Org.). Faces da polissemia da paisagem: ecologia, planejamento e percepção. São Carlos: RIMA, 2004. Volume I.
- PRIMACK, R.B. & E. RODRIGUES. Biologia da Conservação. Londrina, E. Rodrigues, 2001.
- RICKLEFS, R.E. A Economia da natureza. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. Geocologia de paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Ed. UFC, 2007.
- ROQUE, A.A.; DE MEDEIROS ROCHA, R.; LOIOLA, M.I.B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, v.12, n.1, p.31-42, 2010.
- SIMÃO JÚNIOR, R. Uso do SIG como ferramenta de auxílio na recuperação de áreas degradadas. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2001.
- TORCHETTO, N. L. et al. O uso do Quantum Gis (QGIS) para caracterização e delimitação de área degrada por atividade de mineração de basalto no município de Tentente Portela (RS). *REGET* - V. 18 n. 2 Mai-Ago. 2014, p.710-717.
- TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1997.