

## Uso e ocupação do solo nas faixas de entorno da UHE Luis Eduardo Magalhães, Palmas – TO: plano de uso, legislação ambiental e alternativas de uso.

Maíra Dzedzej<sup>1,2</sup>  
Bárbara Karoline Flauzino<sup>1,2,3</sup>  
Guilherme Henrique Ueda Yanase<sup>1,3</sup>  
Thomaz Alvisi de Oliveira<sup>1,2</sup>  
Afonso Henrique Moreira Santos<sup>1,2,3</sup>  
Elaine Cristina Ferreira Gomes<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> iX Consultoria e Representações Ltda.

<sup>2</sup> Financiado pelo Consórcio da Lajeado Energia, EDP e outros através do Projeto de P&D *Estudos e aplicações de geotecnologias à determinação de impactos e restrições socioambientais da usina de lajeado - plataforma SIG para identificação e tomada de decisões administrativas* e pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI.

<sup>4</sup> Investco S.A.

CEP- 37.501-052 - Itajubá - MG, Brasil  
{afonso, barbara, maira, thomaz}@ixconsult.com.br

**Abstract.** The implementation of hydropower plants would bring significant changes in the balance of systemic unit, represented by the watershed, and that involve physical, biotic and anthropic processes. Of the components of the system in question, the vegetation requires special attention, because this vegetation, along the rivers and around the reservoir, is known as Areas of Permanent Preservation (APP). This paper presents a study based on analysis of images from satellites Landsat 5 and 7, referring to the area around the reservoir of Hydropower Plant Lajeado. The purpose of this paper was to analyze changes regarding the configuration of APPs, into four distinct periods, which lie between the years 2000 and 2010, before and after the implementation of the hydropower plant. To develop the work has relied on CONAMA Resolutions n°. 302 and 303 of 2002 which concerns the APPs and the Plan of Conservation and Multiple Use Reservoir of Hydropower Plant Lajeado. The results showed, in both, APP reservoir and the areas defined by Plan of Conservation, the forests occupy a very small percentage of APPs, indicating that human activities, mainly agriculture and grazing, are exerting heavy pressure on areas of preservation. The highest percentages of forests in recovery were recorded in 2003, shortly after the implementation of the plant. In general, we can say that there is a conflict of use and occupancy in around the reservoir, and there is disrespect for the laws in effect and established by the Plan for Use and Conservation.

**Palavras-chave:** remote sensing, land use and occupation, areas of permanent preservation, conflicts, hydropower plants.

### 1. INTRODUÇÃO

A geração de energia no país por meio de empreendimentos hidrelétricos, possui grande importância, uma vez que a matriz energética brasileira é baseada na hidroeletricidade. De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME), em 2009 os sistemas hidrelétricos geraram 391 TWh, o que representa 77,3% da oferta interna de energia elétrica, sendo 83,8% de origem nacional.

Segundo Sousa (2000), no contexto nacional a hidroeletricidade é a melhor alternativa de geração de energia, por se tratar, sobretudo, de uma fonte renovável e disponível no país. No entanto, são conhecidos os diversos impactos socioambientais causados por esse tipo de empreendimento, e, de maneira geral, a magnitude desses impactos está diretamente associada

ao porte do projeto. Nesse sentido, é importante que as questões ambientais sejam contempladas desde o início do projeto, passando pela etapa de implantação e perdurando ao longo da vida útil da central hidrelétrica, a fim de minimizar os impactos negativos e maximizar os positivos.

As APPs de reservatórios artificiais foram redefinidas pela Resolução CONAMA nº 302/2002, a fim de preservar os recursos hídricos, promover a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações que usufruem desse novo elemento na paisagem. Estabelece, ainda, a obrigatoriedade do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, cuja elaboração é responsabilidade do empreendedor. Esse plano é caracterizado por um conjunto de diretrizes e proposições que visam disciplinar a conservação, recuperação e uso do entorno do reservatório artificial, respeitando os parâmetros estabelecidos na legislação e esta previsto na Instrução Normativa IBAMA nº 184 de 17 de julho de 2008. Entretanto, mesmo com as orientações legais, estudos referentes à ocupação do entorno de reservatórios são, ainda, escassos no país.

Segundo Silva Júnior (2006), até maio de 2006 havia 15 Planos de Conservação e Uso do Entorno para análise no Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA), sendo que 151 usinas hidrelétricas estavam em operação naquele ano.

Segundo Giasson (2009), até novembro de 2009 havia ainda apenas os 15 Planos de Conservação e Uso do Entorno no Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA) em andamento sendo, 8 regularizados e 7 em processo de regularização. Em abril de 2010, segundo ANEEL (2010), existiam 843 usinas em operação divididas em 316 CGHs, 360 PCHs e 167 UHEs. Legalmente, segundo as orientações supracitadas, destas, 527 deveriam ter seus respectivos Planos instituídos.

Esse cenário, além de dificultar o processo de gestão e monitoramento, favorece a ocupação inadequada no entorno dos reservatórios e o uso não equilibrado dos recursos ali presentes, o que prejudica o ambiente, em decorrência da deterioração da qualidade da água, da contaminação do solo, do desmatamento e de outros impactos, e, também, as empresas geradoras de energia, responsáveis pelas questões socioambientais das hidrelétricas e pelo atendimento às leis e normas existentes.

Nesse contexto destaca-se a importância do mapeamento de uso e ocupação do solo, como forma de identificação e espacialização das formas de uso da terra, tornando possível o dimensionamento, a descrição e avaliação das porções territoriais efetivamente utilizadas e ocupadas por atividades humanas. Esse recurso permite a análise e identificação dos fatores de pressão e impactos sobre o ambiente, a compreensão das mudanças recentes, do histórico da área e dos elos entre as características do meio biofísico e socioeconômico (SILVA *et al.*, 2006).

O sensoriamento remoto, juntamente com as técnicas de geoprocessamento, tem apresentado ampla disseminação como ferramenta de avaliação ambiental, devido à facilidade de manipulação de dados e análise de informações de áreas territorialmente extensas. Dessa forma, o sensoriamento remoto configura-se como excelente ferramenta para o estudo e análise do uso e ocupação do solo, sobretudo, no entorno de grandes reservatórios, cujas grandes extensões dificultam o mapeamento *in loco*. Brito e Prudente (2005) destacam que uma das vantagens da utilização do sensoriamento remoto para mapeamento de uso do solo é que as informações podem ser atualizadas, devido à característica de repetitividade de aquisição de imagens, além disso, os dados podem ser adquiridos de forma rápida e confiável.

O presente artigo tem por objetivo apresentar a quantificação e avaliação do uso e ocupação do solo no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães (UHE Lajeado), estado do Tocantins, entre os anos 2000 e 2010, utilizando imagens LANDSAT. O intuito foi verificar se as formas de ocupação estão compatíveis ao

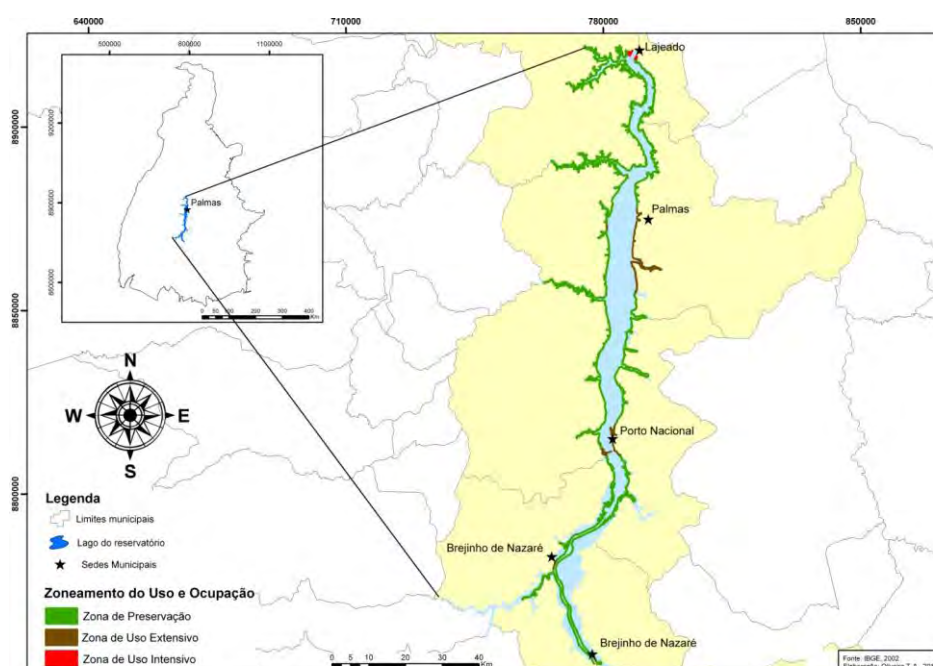
estabelecido pelas legislação ambiental vigente e pelo Plano de Conservação e Usos Múltiplos do Reservatório da UHE Lajeado (2003) subsidiando a discussão de alternativas de uso previstas em legislação.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 AREA DE ESTUDO

A área de estudo do trabalho foi o entorno do reservatório da UHE Lajeado, mais especificamente, a área destinada à preservação permanente, que segundo a Resolução CONAMA nº 302/2002, tem largura mínima de 100 metros.

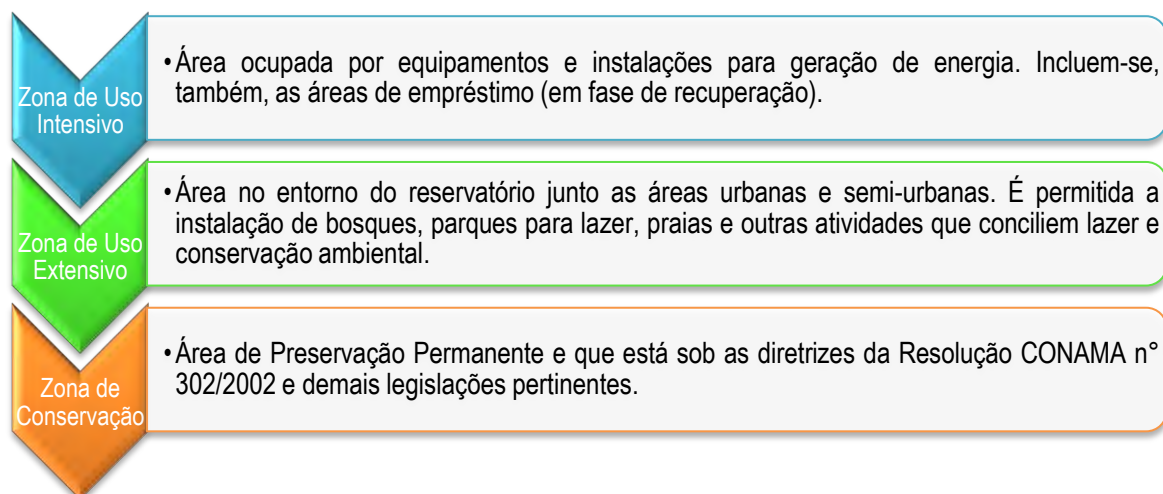
A UHE Lajeado, que apresenta 950 MW de potência instalada, situa-se na porção central do estado do Tocantins. O reservatório formado pelo represamento do rio Tocantins no ano de 2001, possui 750 km<sup>2</sup> e abrange parte do território dos municípios de Lajeado, Miracema do Tocantins, Palmas, Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Ipueiras (Figura 1).



Fonte: Adaptado de PACUERA UHE Lajeado (2003).

**Figura 1:** Mapa de localização da UHE Lajeado.

O Plano de Conservação e Usos Múltiplos do Reservatório da UHE Lajeado, elaborado em 2003, cumpre uma das exigências da Resolução CONAMA nº 302/2002 e Instrução Normativa do IBAMA nº184/2008, e, busca compatibilizar o aproveitamento das potencialidades do reservatório à preservação do entorno, utilizando, principalmente, o zoneamento da faixa de proteção do reservatório. No caso da área de estudo, a faixa de proteção foi dividida em três áreas: zona de uso intensivo, zona de uso extensivo e zona de conservação (Figura 2).



Fonte: Adaptado de PACUERA UHE Lajeado (2002).

**Figura 2:** Descrição do zoneamento da faixa de proteção do reservatório da UHE Lajeado.

## 2.2. METODOLOGIA

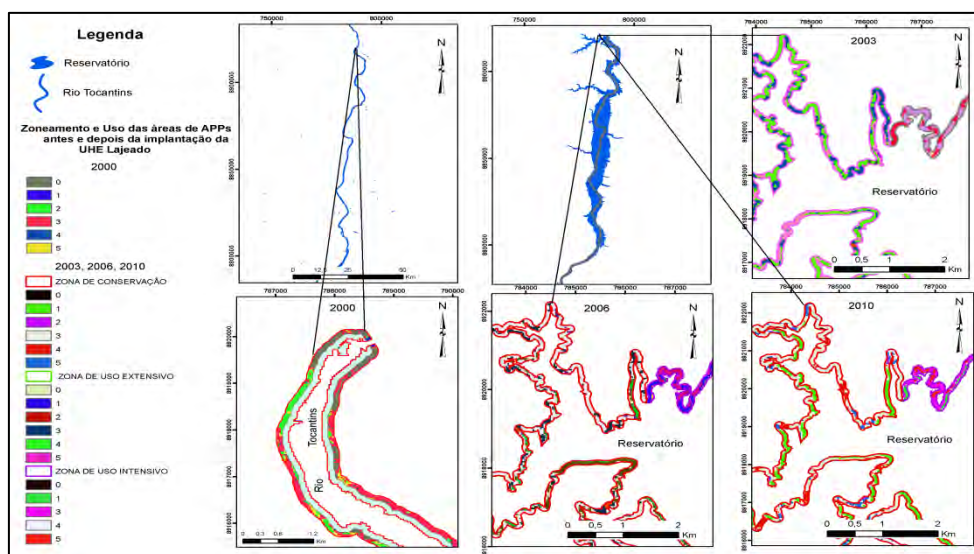
Primeiramente realizou-se a avaliação de uma metodologia capaz de classificar as tipologias vegetais do ambiente ciliar de uma imagem multiespectral (LANDSAT) para os anos de 2000, 2003, 2006 e 2010. Em seguida, realizou-se o processo de georreferenciamento das imagens. No processo de georreferenciamento da imagem, utilizou-se o *Google Earth* e pontos conhecidos.

Diferentes técnicas de processamento digital de imagens foram utilizadas com o objetivo de realçar e classificar feições como as técnicas de realce espectral que aperfeiçoaram a coleta de amostras. As amostras de treinamento representativas das classes foram coletadas com base na interpretação visual da imagem para cada data. Com estas amostras foi gerada a classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança. Estas amostras foram coletadas para as classes: (1) solo exposto; (2) água; (3) vegetação arbórea/mata (4) outros usos (pastagem e culturas); (5) queimada e (6) vegetação arbórea em processo de regeneração/mata em recuperação. As áreas ciliares foram demarcadas sobre o polígono do reservatório vetorizado por interpretação visual das imagens LANDSAT. As APPs foram então demarcadas usando o método de análise- espacial conhecido por “buffer” seguindo as distâncias estabelecidas na Resolução CONAMA nº 302/2002, ou seja, com o buffer foi de 100m. Estas faixas foram comparadas e editadas sobre os *shapes* gerados no Plano de Uso do Reservatório.

Com as imagens classificadas foi realizado um *Clip* selecionando apenas as áreas classificadas que compreendem o “Buffer” da APP do reservatório divididos de acordo com os usos previstos no Plano de Uso que são Zona de Uso Intensivo, Zona de Uso Extensivo e Zona de Conservação.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

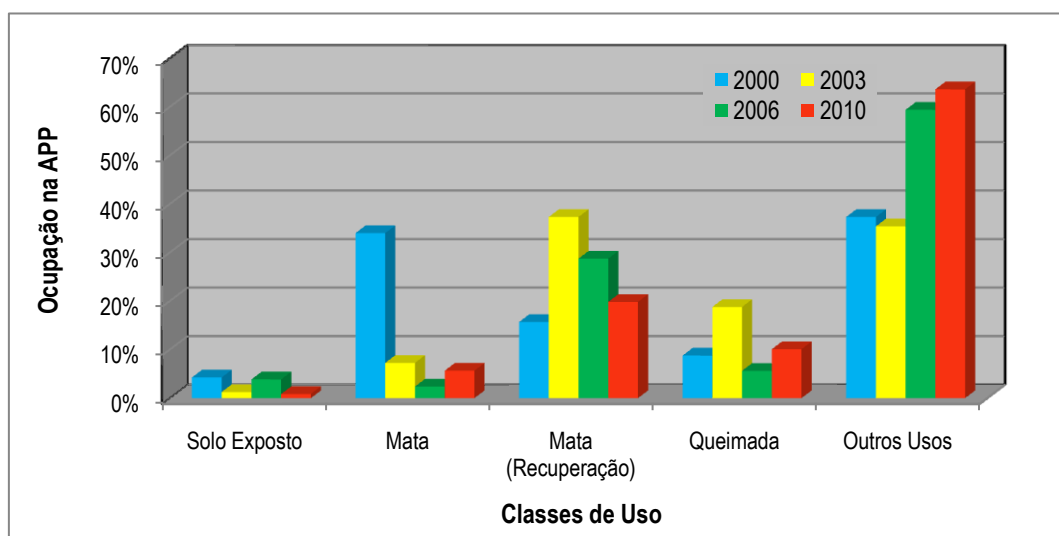
A classificação supervisionada das imagens LANDSAT, nos anos estabelecidos para o estudo, permitiu a elaboração do mapa de uso e ocupação na APP do rio Tocantins no ano de 2000 e APP do reservatório da UHE Lajeado nos anos de 2003, 2006 e 2010 (Figura 3).



**Figura 3:** Ilustração do mapa de uso e ocupação na APP do rio Tocantins no ano de 2000 e APP do reservatório da UHE Lajeado nos anos de 2003, 2006 e 2010.

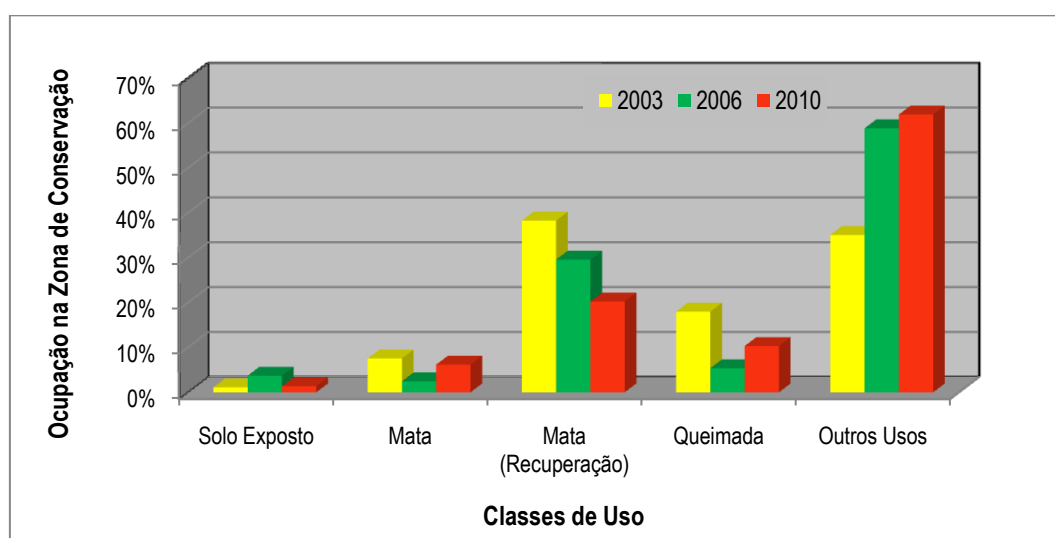
Pode-se, também, quantificar as formas de uso, propiciando uma análise evolutiva da utilização e ocupação dessa área (Figura 4).

Observa-se que, mesmo com o plano de uso e ocupação do entorno do lago da UHE Lajeado e as legislações específicas que determinam a preservação da vegetação nas margens do reservatório, a área de APP ocupada por matas nos anos após a implantação da UHE ainda é muito menor que aquela ocupada nas margens do rio Tocantins. Em 2000, as matas eram responsáveis por 34% das APP, enquanto que nos anos posteriores esse percentual se manteve inferior a 10. Por outro lado, verificou-se um aumento da área ocupada por vegetação arbórea em recuperação, especialmente entre 2000 e 2003, anterior e posterior ao reservatório. Esse fato pode evidenciar que houve sucesso do programa de recuperação de áreas degradadas e do entorno do lago. Destaca-se ainda, que tem aumentado os percentuais da APP destinados à outros usos, que no caso englobam, principalmente, pastagens e culturas agrícolas. Esse fato mostra que a pressão dessas atividades antrópicas sobre as áreas de preservação tem se elevado, constituindo-se, um dos conflitos de uso (Figura 4).



**Figura 4:** Distribuição percentual do uso e ocupação nas APPs nos anos 2000, 2003, 2006 e 2010. É importante destacar que em 2000 o reservatório ainda não tinha sido implantado.

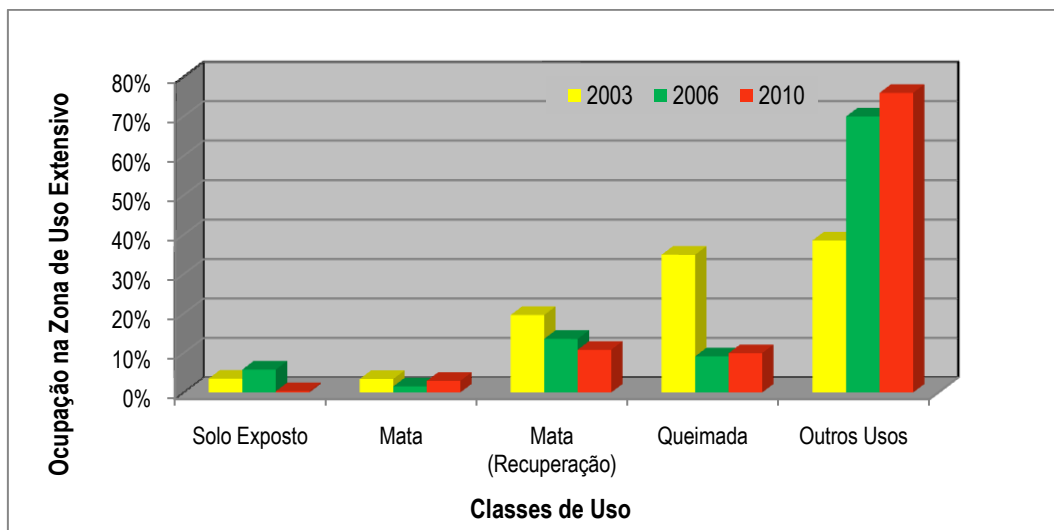
A quantificação das formas de uso e ocupação presentes na Zona de Conservação do entorno do reservatório da UHE Lajeado (Figura 5), mostra que, apesar de ter existido uma queda do percentual de mata na APP em 2006, a média de cobertura está abaixo dos 10%. Esse valor pode ser considerado baixo, haja vista que se trata da zona da faixa de proteção destinada à preservação da vegetação de entorno, e, cuja utilização deve estar de acordo com a Resolução CONAMA nº 302/2002. Além disso, nota-se uma redução dos percentuais da APP ocupados pela vegetação arbórea em recuperação e um aumento das áreas destinadas a outros usos. Esse fato quando confrontado com os percentuais, praticamente estáveis, da cobertura de mata, mostra que as atividades humanas têm exercido grande pressão na Zona de Conservação, interferindo na preservação e recuperação da vegetação de entorno e desrespeitando as legislações vigentes, inclusive, o que foi estabelecido no Plano de Conservação e Usos Múltiplos do Reservatório.



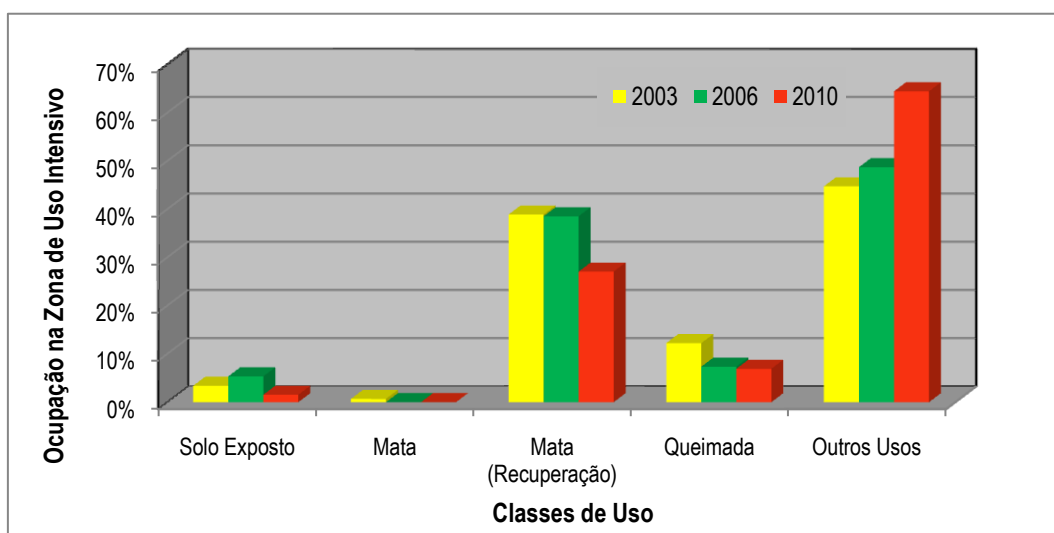
**Figura 5:** Distribuição percentual do uso e ocupação na Zona de Conservação da APP do reservatório da UHE Lajeado, nos anos de 2003, 2006 e 2010.

A Zona de Uso Extensivo apresentou o maior percentual de ocupação por outros usos, média de 60%, que de certa maneira já era esperado, uma vez que essa zona engloba o entorno do reservatório junto às áreas urbanas e semi-urbanas, assim, a influência das atividades humanas nessa área é naturalmente maior. Os menores percentuais da vegetação arbórea em recuperação (média de 15%) foram registrados na área de uso extensivo, justamente pela grande interferência da área urbana e as atividades relacionadas (Figura 6).

Na Zona de Uso Intensivo, área próxima ao barramento e que engloba os locais ocupados por equipamentos e instalações para geração de energia, foi registrada a presença de mata somente no ano de 2003, e, ainda assim, representava cerca de 1% da área. Todavia, a zona de uso intensivo apresentou os maiores percentuais de mata em recuperação (média de 35%), principalmente nos anos de 2003 e 2006. Esse fato está relacionado, possivelmente, à recuperação das áreas de empréstimo, também integradas à zona de uso intensivo (Figura 7).



**Figura 6:** Distribuição percentual do uso e ocupação na Zona de Uso Extensivo da APP do reservatório da UHE Lajeado, nos anos de 2003, 2006 e 2010.



**Figura 7:** Distribuição percentual do uso e ocupação na Zona de Uso Intensivo da APP do reservatório da UHE Lajeado, nos anos de 2003, 2006 e 2010.

Na época da implantação do empreendimento não estava vigente a Resolução CONAMA nº 302/02 que hoje estabelece a faixa ciliar de 100m considerada como de preservação permanente. Analisando-se questões ambientais e a função destas áreas com o fim de preservar os recursos hídricos, promover a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações que usufruem desse novo elemento na paisagem.



Considerando a diminuição de vegetação arbórea em diferentes estágios nestas APPs e, nos diferentes tipos de usos previstos (zonas intensiva, extensiva e de conservação) faz-se necessário o planejamento e implantação de medidas que proporcionem maior integração social ambiental. Estas medidas estão sendo estudadas no Projeto de P&D que subsidia esta pesquisa denominada “Estudos e aplicações de geotecnologias à determinação de impactos e restrições socioambientais da usina de lajeado - plataforma SIG para identificação e tomada de decisões administrativas” lembrando que o bem estar das populações que usufruem desse novo elemento na paisagem deve ser garantido sem desconsiderar os outros pontos previstos na legislação vigente.

## 5. CONCLUSÃO

Inclusive após a implantação, estando já em operação há anos, o SIG, seus conceitos, aplicações e ferramentas são essenciais para a elaboração de análises ambientais, uma vez que permitem a integração, processamento, armazenamento e espacialização de dados relacionados aos recursos naturais, suas formas de uso e proteção, oferecendo subsídios para a avaliação mais eficiente e segura dos impactos socioambientais oriundos da implantação de empreendimentos hidrelétricos.

Além disso, auxiliam na formação de um banco de dados georreferenciados, proporcionando análises complexas e integração de dados de várias fontes, que podem ser utilizados em projetos de diversas áreas. Entretanto, salienta-se que essa ferramenta apesar de facilitar e agilizar o processo de avaliação ambiental, não deve ser vista como forma de substituição dos trabalhos de campo e sim como complementação, contribuindo para o aprimoramento da avaliação ambiental como instrumento na tomada de decisão no cenário de planejamento energético.

Ele configura-se como importante auxílio no processo de gestão e tomada de decisão administrativa para os empreendedores assim como para os órgãos responsáveis pelo seu monitoramento.

## 6. REFERÊNCIAS

Brasil. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira – Exercício de 2009 (Preliminar)**. Brasília, 2010.

Informações Gerenciais - dados referentes a MARÇO de 2010 (ANEEL) . Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/531.htm>. Acesso em: 20 outubro 2010.

Sousa, W. L. Impacto Ambiental de Hidrelétricas: Uma Análise Comparativa de Duas Abordagens. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2000.

Silva Júnior, A. F. Uso do Entorno do Reservatório da UHE Promissão: Uma Análise Ambiental Atualizada, Face à Perspectiva de Zoneamento. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2006.

Silva, J. S. V.; Santos, R. F.; Abdon, M. M. **Avaliação do Uso da Terra na Bacia do Alto Taquari em 2000. Impactos Ambientais e Socioeconômico na Bacia do Rio Taquari – Pantanal**. Embrapa Pantanal. Corumbá, 2006.

Brito, J.L.S.; Prudente, T.D. Análise temporal de uso do solo cobertura vegetal do município de Uberlândia-MG, utilizando imagens ETM+ Landsat 7. **Revista Sociedade e Natureza**, v.17, 2005. P 37-46.

Investco e Instituto Internacional de Ecologia. **Plano de Conservação e Usos Múltiplos do Reservatório da Usina Hidroelétrica Luís Eduardo Magalhães**. Palmas. 2002.