



**XXI SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO

GRUPO DE IMPACTOS AMBIENTAIS (GIA)

**PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIO ARTIFICIAL: NOVA
METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO**

**GHEYSA DO RÓCIO MORAIS PIRES (*)
LACTEC**

**TÂNIA LÚCIA GRAF DE MIRANDA
LACTEC**

**JAMES BRUCE BELL
LACTEC**

**MARIANNE SCHAEFER FRANÇA SIECIECHOWICZ
LACTEC**

**NICOLE MACHUCA BRASSAC
LACTEC**

**JOCÉLI BOGUSZ
COPEL**

**ALESSANDRA VILLA LOPARDO
COPEL**

1.0 - RESUMO

O Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) é uma exigência legal para a obtenção ou renovação da licença de operação de empreendimentos hidrelétricos. O maior objetivo do PACUERA é o estabelecimento do zoneamento ambiental do entorno do reservatório. Neste trabalho desenvolveu-se uma metodologia para a elaboração deste zoneamento, que tomou como base a metodologia elaborada pela ABRAGE. A metodologia desenvolvida mostrou-se eficiente para a elaboração do zoneamento ambiental e aplicável para diversos reservatórios de usinas hidrelétricas, uma vez que essa leva em consideração as particularidades da região do entorno de cada reservatório.

Palavras-chave: PACUERA, Metodologia, Zoneamento, Conservação.

2.0 - INTRODUÇÃO

O Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) é uma exigência legal para a obtenção da licença de operação de empreendimentos hidrelétricos novos e para a renovação da licença de operação dos empreendimentos existentes. O plano é composto pelas etapas de Diagnóstico Socioambiental, Zoneamento Ambiental e Elaboração dos Programas de Controle Ambiental. O Diagnóstico Socioambiental deve conter as informações necessárias para a definição do Zoneamento, tais como: descrição do meio físico, do meio biológico e do meio socioeconômico.

O núcleo principal do PACUERA é o estabelecimento do zoneamento ambiental o qual objetiva estabelecer mecanismos para viabilizar o uso ambientalmente equilibrado do reservatório e de seu entorno, harmonizando atividades antrópicas e a proteção ambiental atendendo aos preceitos da legislação, às necessidades do empreendimento e à interação com a sociedade. O mesmo pode ser caracterizado como um instrumento de auxílio no planejamento e no ordenamento territorial. A elaboração e a implantação do zoneamento ambiental e dos planos de controle ambiental visam amenizar os impactos ambientais e socioeconômicos causados pela implantação e operação do empreendimento hidrelétrico.

Este trabalho foi elaborado tendo como área de estudos o entorno da futura UHE Mauá, localizada no Rio Tibagi nos municípios de Telêmaco Borba e Ortigueira, estado do Paraná. Para a elaboração do Zoneamento deste empreendimento, desenvolveu-se uma nova metodologia que tomou como base a metodologia elaborada pela Associação Brasileira de Empresas Geradoras de Energia Elétrica – ABRAGE (1). De acordo com esta metodologia, devem ser sobrepostos dois níveis de análise: um definindo ÁREAS e outro definindo ZONAS. Definem-se como “área” as porções de território com uso atual característico enquanto a “zona” determina os usos potenciais para o uso do solo e da água.

**(*) Gheysa do R. M. Pires - INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO
BR-116 – KM 98 – S/Nº – Centro Politécnico da UFPR - CEP 81531-980 Curitiba-PR**

3.0 - METODOLOGIA

A área de estudo compreendeu a faixa mínima de 1.000 metros no entorno do reservatório conforme exigência do órgão ambiental.

O Zoneamento proposto teve como base a elaboração do diagnóstico socioambiental, levando em consideração as características do meio físico, a necessidade de conservação da fauna e da flora e as condições e as carências socioambientais identificadas na área de estudo. Também foram analisados os dispositivos legais, estudos técnicos, documentos e planos setoriais existentes na área do empreendimento e dos municípios envolvidos. Através dos dados obtidos no diagnóstico, foi realizada a caracterização de áreas quanto às suas aptidões e restrições às atividades já em desenvolvimento e as comprobabilidade de implantação, além de indicar porções do terreno que possam ser preservadas.

Neste estudo as zonas foram divididas em zonas do uso do solo e zonas do uso da água. As zonas de uso do solo foram divididas em sete diferentes zonas: Zona de Segurança da Usina (ZSU), Zona de Operação (ZOP), Zona de Preferencial de Preservação (ZPR), Zona de Conservação Ambiental (ZCA), Zona de Uso Urbano (ZURB), Zona de Turismo e Lazer (ZTL) e Zona de Uso Rural (ZUR). As zonas de uso da água foram divididas em três: Zona de Segurança da Usina (ZSU), Zona de Uso Restrito da Água (ZURA) e Zona de Uso Múltiplo da Água (ZUMA). A locação das diferentes zonas de uso do reservatório e de seu entorno foi realizada após a escolha dos critérios relevantes levantados a partir do diagnóstico socioambiental. Os critérios relevantes foram definidos por técnicos do LACTEC, da COPEL e do CECS, tendo como base as diretrizes contidas no trabalho Gestão Sócio Patrimonial e Ambiental de Reservatórios de elaborado pela ABRAGE (1) e pela COPEL (2), COPEL (3), e TRACTEBEL (4). Os aspectos legais avaliados no Diagnóstico Socioambiental serviram como subsídio para a discussão do zoneamento e suas implicações.

3.1 Critérios para definição das zonas de uso do solo

Para a identificação e delimitação das zonas de uso do solo descritas anteriormente, foi efetuado o cruzamento dos mapas temáticos selecionados como relevantes. Com o objetivo de obter compartimentos paisagísticos que possuam características semelhantes, foram definidos, para cada mapa temático, pesos de acordo com a sua importância para a preservação. As diferentes áreas contidas nos mapas receberam um valor de importância diferente, também de acordo com a sua importância para a conservação.

Foram atribuídos pesos e valores de 1 a 3, sendo que: peso ou valor 1: baixa importância para conservação; peso ou valor 2: média importância para conservação e peso ou valor 3: alta importância para conservação.

Os diferentes temas contidos no Diagnóstico Socioambiental foram discutidos entre os técnicos da COPEL e do LACTEC, para definir os pesos a serem atribuídos a cada um. Os temas utilizados foram o Clima, a Geologia, o Relevo (declividades), os Tipos de Solos, a Aptidão Agrícola, o Uso do solo, a Cobertura Vegetal, a Áreas de Preservação Permanente, a Fauna Terrestre e o Meio Socioeconômico. A Tabela 1 apresenta a descrição das fontes dos dados seus formatos e suas escalas.

Tabela 1 – Fontes de origem dos mapas e dados utilizados para a confecção do zoneamento do uso do solo.

Descrição	Formato	Resolução/ Escala	Data	Fonte
Orthofoto aerolevantada	RASTER (TIFF)	1,8 m (plan.)	2010	DVIG/LACTEC
Altimetria e declividade	RASTER (ESRI GRID)	5 m (plan.)	2010	DVIG/LACTEC
Uso do solo	VETOR (shape)	1:50.000	2009	DVIG/LACTEC
Aptidão agrícola	VETOR (shape)	1:250.000	1999	Embrapa
Solos	VETOR (shape)	1:250.000	1999	Embrapa
Dados de Clima	VETOR (shape)	NA	2009	SIMEPAR

O clima na região, segundo a classificação de Köppen, é predominantemente do tipo Cfb, sendo homogêneo, e por este motivo, não houve necessidade de se utilizar este mapa temático na análise. Quanto ao tema geologia, este não caracterizou nenhuma restrição para o uso do solo ou da água, de acordo com os estudos apresentados no Diagnóstico Socioambiental. A declividade tem uma grande importância para a definição dos usos e ocupação do solo, sendo que as áreas de maior declividade são propícias para preservação enquanto as áreas de menor declividade são mais adequadas para atividades antrópicas. Ao mapa de declividades foi atribuído peso 3. Para o cruzamento, foram agrupadas as classes de declividade definidas na resolução CONAMA Nº289/2001(5) em 3 grandes classes como segue:

De 0 a 15%: baixa declividade – baixa importância para conservação (valor 1);

De 16 a 47%: média declividade – média importância para conservação (valor 2);

Maior que 47%: alta declividade – alta importância para conservação (valor 3).

O mapa dos diferentes tipos de solo foi selecionado como sendo de média importância para a conservação (peso 2). Não foi atribuído peso máximo, pois o mapa disponível possui uma escala menor (1:250.000), o que diminui a confiança para atribuir valores para locais pontuais. O tipo de solo em combinação com a declividade determina a aptidão para atividades agrossilvipastoris ou para a conservação.

Para o cruzamento dos planos de informação também foram considerados os mapas de tipos de solos e de declividades.

O mapeamento do uso atual do solo permitiu a identificação dos usos e a adequação com a estrutura já instalada no local, bem como a identificação das áreas sem uso antrópico a serem mantidas para conservação. Ao mapa de uso de solo foi atribuído peso 3. As áreas de uso antrópico, não conflitantes com a legislação ambiental vigente, foi atribuído valor 1 (menor importância para preservação) e as com remanescentes florestais foi atribuído valor 3 (maior importância para preservação).

A Área de Preservação Permanente (APP) foi delimitada como a faixa de 100 metros no entorno do futuro reservatório artificial medida a partir do nível máximo normal em conformidade com a Resolução CONAMA Nº302/2002 (6). O mapa contendo a área de preservação foi utilizado no estudo porém não foi atribuído nenhum peso ou valor por ser obrigatoriamente destinada à conservação.

As áreas delimitadas como prioritárias para a conservação da Fauna coincidem com as áreas de remanescentes florestais, assim esse mapa não foi utilizado no cruzamento, apesar de ser um tema de grande importância para a definição das zonas de conservação ambiental.

As informações da socioeconomia da área de estudo foram utilizadas para a definição de áreas socialmente frágeis, com possibilidade de expansão urbana, locação de áreas potenciais de turismo e lazer e identificação de usos tradicionais. Os dados do meio socioeconômico foram utilizados somente para direcionar o zoneamento, não sendo elaborado um mapa temático.

3.1.1 Cruzamento de mapas temáticos

Utilizando as ferramentas do software ArcGIS, foram cruzados os mapas temáticos que contribuem para a formação do zoneamento ambiental. Os mapas foram assimilados num banco de dados em formato de shapefile (.shp) e reprojetados para um sistema de coordenadas consistentes (UTM; Datum: SAD69). O banco consiste na representação geométrica dos seguintes critérios, considerados relevantes para a sobreposição de informações:

1. Uso do solo
2. Declividade
3. Tipos de solo
4. Áreas de preservação permanente (APP)

Um modelo de geoprocessamento foi construído com o auxílio da ferramenta ArcToolbox (ArcGIS) para facilitar a criação de cenários alternativos para a inclusão ou exclusão de mapas temáticos e pesos diferentes no cruzamento final, o que envolveu os seguintes passos:

- (1) Intersecção de layers temáticos
- (2) Recorte do zoneamento para área de estudo
- (3) Limpeza de colunas, somatório de pesos, e cálculo de áreas

O produto do cruzamento é um layer em formato vetorial. Este layer representa a intersecção de cada um dos mapas inseridos (FIGURA 1), com cada tema (uso do solo, declividade e tipos de solo) representado em cada elemento geométrico (polígono). Cada polígono possui um peso individual temático. Para a intersecção resulta um peso total da somatória de cada peso individual.

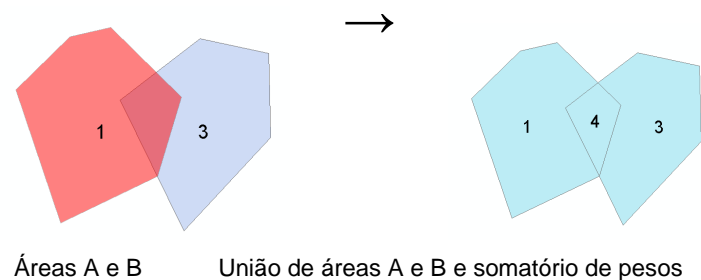


FIGURA 1 - Intersecção dos mapas inseridos

Como o modelo automatiza vários passos de geoprocessamento e é flexível na programação de dados de entrada, este facilita a criação de cenários diversos dependendo do resultado desejado.

A Tabela 2 apresenta os títulos dos mapas temáticos utilizados para o cruzamento e os respectivos pesos e valores atribuídos.

Tabela 2 - Títulos dos mapas temáticos utilizados para o cruzamento e os respectivos pesos e valores atribuídos.

Mapa temático	Peso	Área inserida no mapa	Valor
Declividade	3	Baixa declividade (de 0 a 15 %)	1
		Média declividade (de 16 a 47 %)	2
		Alta declividade (maior que 47%)	3
Tipos de Solos	2	Neossolos	3
		Argissolos/Latossolos	1
Uso do solo	3	Remanescente florestal	3
		Agricultura, pasto, reflorestamento, solo exposto e área urbana	1

As zonas de uso do solo foram definidas a partir do cruzamento resultante (FIGURA 2), sendo que as áreas com maior peso total foram definidas como prioritárias para a conservação ambiental.

Após a obtenção do cruzamento resultante, outros aspectos tiveram de ser considerados, por exemplo, considerou-se para a definição da Zona de Conservação a possibilidade de expansão das áreas com atividades agrossilvipastoris.

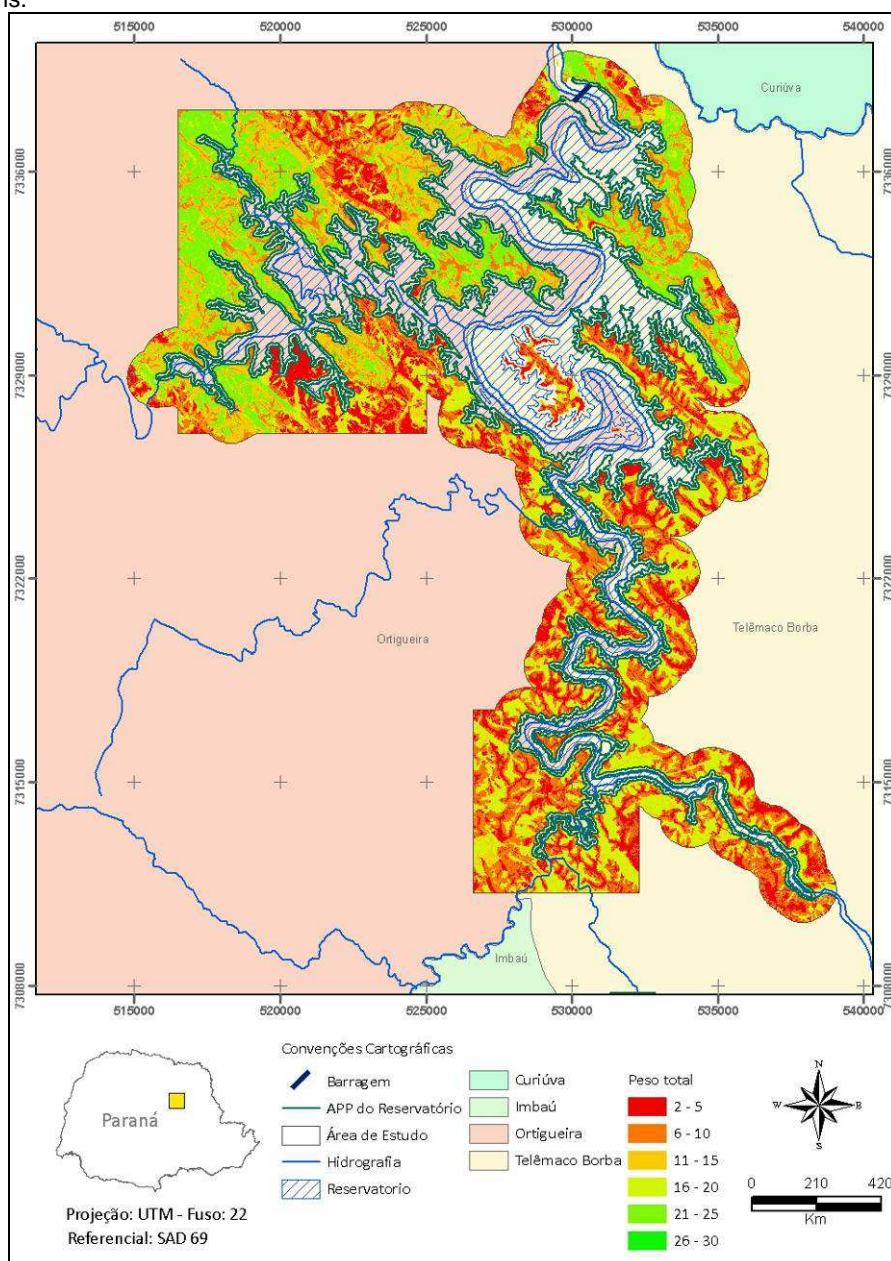


FIGURA 2 - Cruzamento resultante dos mapas temáticos relevantes.

3.1 Determinação das áreas com potencial para turismo e lazer

A ABRAGE não indica uma metodologia para a definição destas áreas. Para tal, utilizou-se uma metodologia desenvolvida pelo LACTEC, a qual utiliza o software ArcGIS, para realização da análise cartográfica que leva em consideração as características favoráveis para a implementação de empreendimentos turísticos ou áreas de lazer. O procedimento consiste em extrair-se do mapa de declividade uma faixa de 100 metros de cada lado do reservatório, contanto a partir do nível do máximo normal, correspondente à área de preservação permanente. Desta faixa, foram extraídas as áreas com menos de 15 graus de declividade. Estas áreas foram extraídas por representarem um recuo da água pela variação do nível do reservatório, o que poderia prejudicar as atividades de lazer. Uma segunda seleção eliminou áreas de baixa declividade menores do que 1 hectare, que é o tamanho mínimo demandado para as áreas de lazer. Uma terceira seleção eliminou áreas dentro da Zona de Conservação Ambiental (ZCA). Foram eliminados os pontos localizados em locais aonde a qualidade da água não atende aos padrões de balneabilidade exigidos pela Resolução CONAMA Nº274/2000 (7). Para representar as áreas selecionadas foram plotados os pontos no mapa com uma simbologia onde a cor do ponto indica a distância para a via de acesso mais próxima e o tamanho do ponto é proporcional ao tamanho contínuo da mancha de baixa declividade.

Desta metodologia resultou um mapa contendo as áreas potenciais para turismo e lazer. Para auxiliar na definição destas áreas, as prefeituras dos municípios no entorno da futura UHE Mauá, realizaram um estudo de campo para indicar os melhores locais para a instalação das mesmas. A Prefeitura de Ortigueira indicou uma área na porção esquerda da península que será formada com o enchimento do reservatório. A Prefeitura de Telêmaco Borba indicou 3 possíveis áreas de lazer, porém, em todas as áreas indicadas, os acessos estão em área de propriedade particular, o que impede a instalação. Foram excluídos, então, os locais sem acessos públicos. A FIGURA 3 apresenta os locais resultantes com potencial para a instalação de áreas de turismo e lazer.

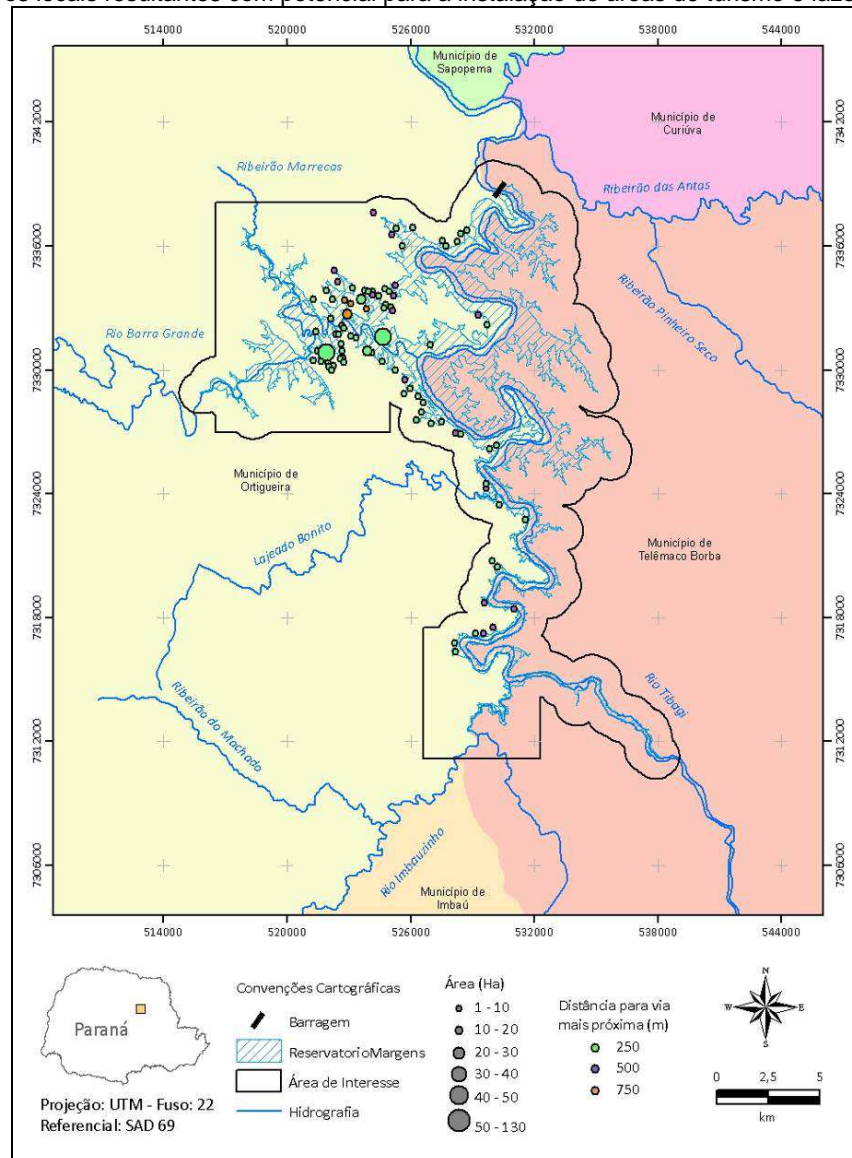


FIGURA 3 - Áreas potenciais para turismo e lazer com acessos públicos

As zonas selecionadas na FIGURA 3 servem de indicativos para a empresa Concessionária, sendo que cabe ao órgão ambiental, às Prefeituras Municipais e à população discutirem qual a melhor opção. Uma melhor análise poderá ser feita após a formação do reservatório, pois as áreas poderão ser visualizadas na sua nova realidade.

3.2 Critérios para definição das zonas de uso da água

O zoneamento dos usos da água foi realizado considerando as restrições aos usos em função da variação do nível do reservatório, da profundidade do reservatório, da qualidade da água e da necessidade de preservação da ictiofauna.

Dos estudos de hidrologia e hidrografia foram considerados: a malha hidrográfica da área de estudo, o mapa de profundidades do futuro reservatório e as alterações que podem vir a ocorrer por causa da mudança no regime hídrico de lótico para lântico, que também influenciam na qualidade da água. Os aspectos relativos à qualidade da água foram levados em consideração para a recomendação e/ou restrição dos usos múltiplos no reservatório.

A ictiofauna foi considerada para definir as áreas com potencial para piscicultura e aquicultura, destinadas à preservação e para a restrição de alguns usos e também para proibições, como por exemplo, a introdução de espécies exóticas.

A produção e o transporte de sedimentos na bacia foram desconsiderados neste estudo, pois o tempo de assoreamento do futuro reservatório foi avaliado como muito longo (cerca de 1.000 anos) e, por isso, provavelmente não influencia de maneira significativa a definição das restrições dos usos da água.

A FIGURA 4 apresenta o zoneamento ambiental resultante contendo as zonas de uso do solo e da água.

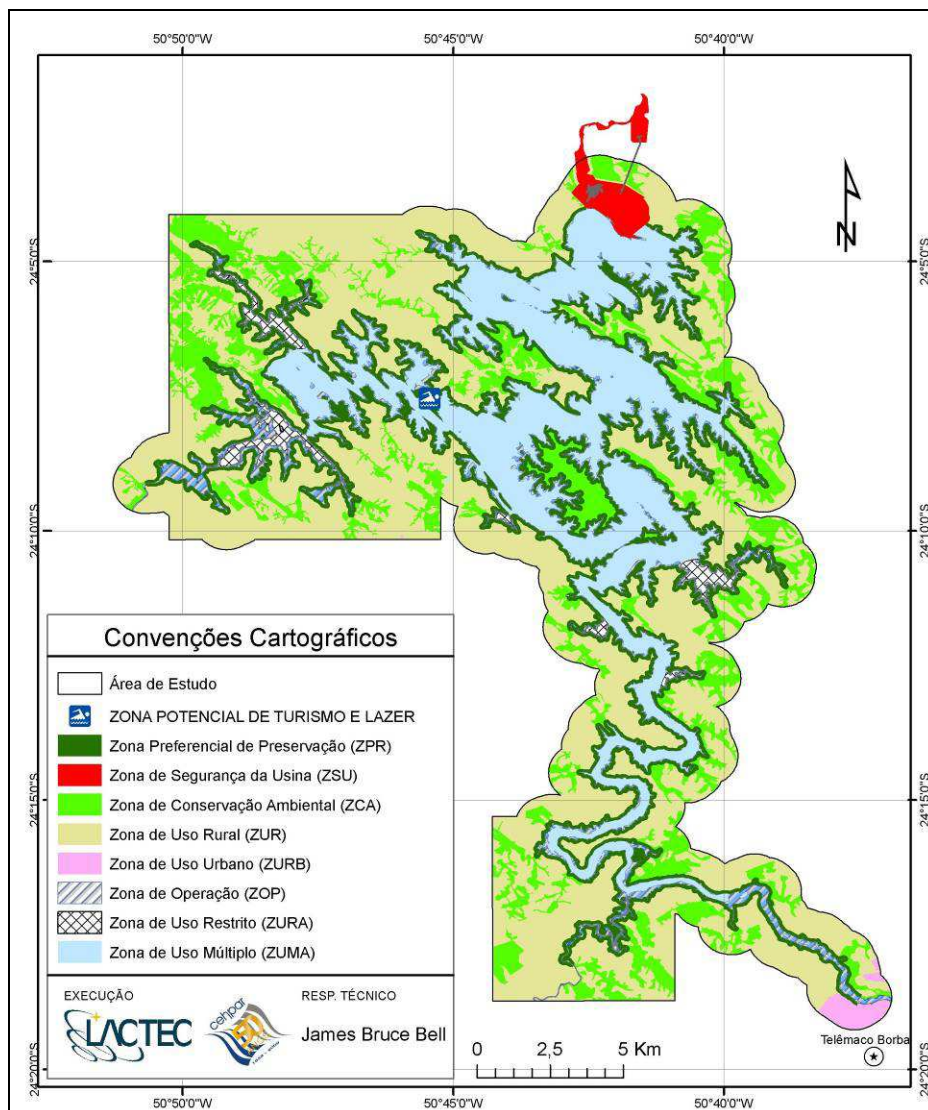


FIGURA 4 - Zoneamento Ambiental resultante

4.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia aplicada mostrou-se eficiente e pode ser aplicada para outros reservatórios, pois foi possível definir as zonas consideradas. Com a utilização apenas da metodologia da ABRAGE houve dificuldade para definição de algumas zonas devido às particularidades regionais da área. Este fato foi exemplificado pela necessidade de um detalhamento maior para a definição da Zona de Turismo e Lazer, que necessitou de um cruzamento específico de planos de informação, o qual utilizou a declividade, o tamanho da área com baixa declividade e a distância de vias de acesso públicas. Além disso, a localização desta zona levou em consideração também os aspectos fundiários, as demandas das prefeituras locais e a existência de empreendimentos particulares no entorno do reservatório. Da mesma forma, considerou-se para a definição da Zona de Conservação a possibilidade de expansão das áreas com atividades agrossilvipastoris.

5.0 - CONCLUSÕES

Concluiu-se, portanto, que a metodologia apresentada pela ABRAGE pode ser utilizada como base para elaboração do zoneamento, porém esta deve ser complementada com as particularidades da região do entorno de cada reservatório.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ABRAGE - Associação Brasileira de Empresas Geradoras de Energia Elétrica – Grupo de Trabalho de Meio Ambiente – GTMA Força Tarefa Gestão Sócio-Patrimonial e Ambiental de Reservatórios – FTGSPAR Gestão Sócio-Patrimonial e Ambiental de Reservatórios- Diretrizes, 2007.
- (2) COPEL - Companhia Paranaense de Energia - Plano Ambiental de Conservação e Uso do Reserva Tório e Entorno da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias - Volume I / II - Relatório Técnico- Revisão Novembro/2003. 116p, 2003.
- (3) COPEL – Companhia Paranaense de Energia. UHE MAUÁ – PROJETO BÁSICO AMBIENTAL nº 02, “Programa de Observação das Condições Hidrossedimentológicas”, Relatório Técnico nº 10 - Análise Anual / 2009, 30p. Abril/2010.
- (4) TRACTEBEL ENERGIA – UHE Salto Santiago - Plano de Uso e Ocupação das Águas e Entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Santiago - Volume II – Zoneamento Ambiental/Usos Múltiplos/Programas Ambientais/Recursos Hídricos/Enquadramento Jurídico/Normas De Uso. Março/2002. Revisão 01 – Agosto 2002. 116p.
- (5) CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n. 289 de 25 de outubro de 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>>. Acesso em: 8/2010.
- (6) CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n. 302 de 20 de março de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>>. Acesso em: 9/2010.
- (7) CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n. 274 de 29 de novembro de 2000. Disponível em: >. Acesso em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>. Acesso em: 9/2010.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Autor de Contato: Gheysa do Rocio Morais Pires

Local e ano de nascimento: Curitiba-PR, Brasil. 16/09/1984

Graduação: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Curitiba, Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental. Conclusão: Curitiba, Abril de 2007

Pós-graduação: Universidade Técnica Carolo-Wilhelmina de Braunschweig – Alemanha. Mestrado em Gerenciamento e Proteção de Águas. Conclusão: Braunschweig, Alemanha, Outubro de 2009.

Experiência: LACTEC - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Pesquisadora em Meio Ambiente. De Abril de 2010 à atualidade.

Instituto de Engenharia Sanitária – Universidade Técnica de Braunschweig – De outubro de 2007 a outubro de 2009. Cargo exercido: Pesquisadora bolsista do Programa Alban.