UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

ANÁLISE AMBIENTAL PARA LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS À IMPLANTAÇÃO DE PARQUES AQUÍCOLAS NO RESERVATÓRIO DA UHE DE LAJEADO – TO

Vanessa Souza Silva

BRASÍLIA – DF
2013

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

ANÁLISE AMBIENTAL PARA LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS À IMPLANTAÇÃO DE PARQUES AQUÍCOLAS NO RESERVATÓRIO DA UHE DE LAJEADO – TO

Vanessa Souza Silva

Orientadora: Profª Dra. Tatiana Diniz Gonçalves

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO

BRASÍLIA – DF
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Vanessa Souza.

"*Análise ambiental para localização de áreas favoráveis à implantação de parques aquícolas no Reservatório da UHE de Lajeado – TO*"./ Vanessa Souza Silva. Brasília – DF, 2013. 69 f.

Monografia – Instituto de Geociências - Universidade de Brasília.
Curso de Especialização em Geoprocessamento Ambiental.
Orientadora: Tatiana Diniz Gonçalves.

1. Aquicultura. 2. Sistema de Informações Geográficas - SIG. 3. Análise Multicritério.
4. Analytic Hierarchy Process – AHP. 5. Weighted Overlay.
I. Silva, Vanessa Souza. II. Título.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, V. S. **Análise ambiental para localização de áreas favoráveis à implantação de parques aquícolas no Reservatório da UHE de Lajeado – TO**. 2013. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geoprocessamento), Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome da Autora: Vanessa Souza Silva

Título da Monografia de Conclusão de Curso: ANÁLISE AMBIENTAL PARA LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS À IMPLANTAÇÃO DE PARQUES AQUÍCOLAS NO RESERVATÓRIO DA UHE DE LAJEADO – TO.

Qualificação Profissional: Especialista em Geoprocessamento Ambiental. **Ano**: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de especialização e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de especialização pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

Vanessa Souza Silva

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

VANESSA SOUZA SILVA

ANÁLISE AMBIENTAL PARA LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS À IMPLANTAÇÃO DE PARQUES AQUÍCOLAS NO RESERVATÓRIO DA UHE DE LAJEADO – TO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento Ambiental.

Aprovada em Brasília-DF, 13 de dezembro de 2013.

Banca Examinadora:

_____

Profª. Dra. Tatiana Diniz Gonçalves – UnB
(Orientadora)

_____

Adriana Panhol Bayma – MMA
(Examinadora)

_____

Profª. Dra. Marilusa Pinto Coelho Lacerda – UnB
(Examinadora)

Dedico esta monografia primeiramente a Deus, pelas maravilhas que faz em minha vida. Por me trazer paz, saúde, sabedoria, coragem e força. Por me permitir viver e realizar meus sonhos.

A minha mãe, pai, irmã e sobrinha, carinhosamente, por me incentivar, torcer e vibrar comigo a cada conquista. Por serem minha razão de existir e o motivo de querer chegar mais alto.

Ao Engenheiro Agrônomo Marcos de Lara Maia e ao Profº Dr. Paulo Roberto Meneses, pela confiança e oportunidade concedida a mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por nunca desistir de mim, por me mostrar o quanto sou abençoada, protegida, iluminada e guiada por Ti. Obrigada por me amparar nos momentos difíceis, pela compaixão, graça e bondade. Obrigada pelo cuidado com minha família e com aqueles que amo. Enquanto viver, louvarei o Senhor.

À Virgem Maria, por interceder por mim e passar à minha frente. Por ser espelho de humildade e silêncio, por me ensinar o valor da espera confiante e inabalável em Jesus. Nenhum obstáculo é grande demais quando confiamos em Ti.

Ao meu pai Marconi e minha mãe Conceição, as pessoas mais importantes e que mais amo neste mundo. Sou completamente apaixonada e louca por vocês. Obrigada me ensinarem tudo o que sei dessa vida. Obrigada pela paciência interminável, por me ampararem quando estava com medo e me fazerem enfrentá-lo com determinação e coragem. Obrigada pelos sacrifícios e por abdicarem do que desejavam para me ver feliz. Obrigada pela confiança e pelo apoio. Obrigada pelo amor. Obrigada por me ensinarem todos os valores necessários para me tornar uma pessoa forte e de caráter. Vocês sempre serão meus melhores e maiores professores. Vocês são os responsáveis por todo meu sucesso, são meu orgulho, meus exemplos, meus heróis! Os melhores pais do mundo. Amo vocês!!

À minha irmã Alessandra, que sempre está presente quando preciso. Por me oferecer sua mão, seu companheirismo e por me fazer ser sempre o melhor que posso ser.

À minha sobrinha-afilhada Mariana, minha melhor definição de felicidade plena.

À Sasha, Hiroshi, Saori, Branca, Meg, Lalinha e Kiro, pela maravilhosa companhia e lealdade absoluta até o último momento. Obrigada por me mostrarem o que é o amor incondicional! Só eu sei a falta que vocês me fazem.

“Ao meu mano” Virgínia Cardoso, “irmã” que a vida generosamente me deu. Minha grande companheira de adolescência e amiga para vida inteira (assim espero!).

Ao Rilton Pires, por ceder a casa em todos os momentos que precisei sem nenhuma restrição.

Ao Marcos de Lara Maia, pelo carinho e por tudo que fez por mim nesses dois últimos anos. Você não faz ideia do que essa força que você deu significou para mim e para minha família. Por toda minha vida serei grata a você.

Ao professor Paulo Roberto Meneses, pelo incentivo. Espero que este trabalho sirva como retribuição pela sua confiança.

À minha orientadora Tatiana Diniz, pela paciência, competência, conhecimento e disposição. Obrigada pela orientação, pelas revisões textuais, correções e contribuições.

À Michelle Biondi, pelas broncas, por todo carinho, atenção, paciência, profissionalismo, competência e dedicação. Obrigada por ter me liberado.

À Aline Brun, por todo carinho, reconhecimento, estímulo e doçura para comigo. Obrigada por ter me liberado e pelo incentivo na continuação dos meus estudos.

Ao Victor e Luiz Henrique Villaça, pelas contribuições iniciais acerca da metodologia e tema deste trabalho.

Ao Anderson Antonello, por toda a disponibilidade, competência, paciência nas explicações e incentivo. Você norteou meu trabalho.

À Thaís Melissa, Halysson Macedo e Diogo Matos, pelo companheirismo do dia-a-dia e por tornarem as jornadas de trabalho muito mais divertidas.

Ao Corbiniano Silva, pela revisão textual valiosa.

Ao pessoal do SINAU/MPA, por todo o carinho e por serem pessoas tão agradáveis de trabalhar.

Ao pessoal do 8º andar do Ministério da Pesca e Aquicultura, desde as copeiras aos técnicos, pela atenção, paciência e profissionalismo para comigo.

Aos colegas da Pós-Graduação em Geoprocessamento Ambiental, pelos risos de alegria (ou nervosismo e desespero) compartilhados em sala de aula.

Aos professores do curso de Especialização do Instituto de Geociências, pelo conhecimento compartilhado, pela dedicação em ensinar e entusiasmo demonstrado em sala de aula. Obrigada por contribuírem para minha formação acadêmica e profissional.

Aos técnicos do Instituto de Geociências, em especial Sérgio de Brito, pela prestatividade.

A todos que, mesmo não mencionados, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

Sabedoria de Deus

Entre os irmãos plenamente instruídos, de certo, falamos de sabedoria, não porém a sabedoria deste mundo, nem a sabedoria dos poderosos deste mundo, fadados a desaparecerem. Falamos da misteriosa sabedoria de Deus, a sabedoria escondida, que, desde a eternidade, Deus destinou para nossa glória. Nenhum dos poderosos deste mundo a conheceu. Pois, se a tivessem conhecido, não teriam crucificado o Senhor da glória. Mas, como está escrito, "o que Deus preparou para os que o amam é algo que os olhos jamais viram, nem os ouvidos ouviram, nem coração algum jamais pressentiu".

1 Coríntios, 6 - 9

RESUMO

O ascendente crescimento populacional aliado aos altos índices de desperdício de comida são os principais responsáveis pela crescente demanda de produção de alimentos em nível mundial. Um dos setores que mais crescem no mundo é o de produção de pescados e demais animais aquáticos para consumo humano, e devido à grande disponibilidade hídrica do Brasil, o país pode se tornar um dos maiores produtores do mundo. Entretanto, exatamente pela grande disponibilidade de recursos, é necessário fazer seu uso de forma sustentável. Para desenvolver atividades de aquicultura, é imprescindível que estudos multidisciplinares da área em que o projeto será implantado sejam realizados, para conhecimento do potencial e capacidade de suporte do ambiente. Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi realizar o zoneamento ambiental na região do reservatório da UHE de Lajeado para identificar e propor locais mais adequados à instalação de parques aquícolas, com base em características da área de influência direta (AID) e parâmetros químico-físicos da água (IQA). Para tal, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e SIG aliadas à análise multicritério, que utiliza vários parâmetros relacionados ao objeto de estudo, o que permite a análise da dinâmica do ambiente. A análise multicritério foi desenvolvida a partir da determinação de pesos dos atributos das variáveis e das variáveis por meio do método Analytic Hierarchy Process – AHP e da ferramenta do ArcGIS Weighted Overlay. O resultado final demonstrou que após cruzamento dos dados de AID com IQA, praticamente todo o reservatório estava apto para o desenvolvimento das atividades de aquicultura. As áreas classificadas como ótimas e boas são mais numerosas que as outras classes, sendo que a ocorrência de áreas ruins ou péssimas são pontuais, ocupando a porção do extremo sul e extremo nordeste do reservatório, e o acesso ao longo do reservatório é facilitado pelas diversas vias existentes. Desta maneira, o zoneamento ambiental realizado foi satisfatório para implantação dos parques aquícolas. A metodologia utilizada provou ser uma excelente opção para identificar a potencialidade do ambiente para o desenvolvimento de variadas atividades e para subsidiar a tomada de decisão por parte dos gestores ambientais.

Palavras-Chave: Aquicultura, Sistema de Informações Geográficas - SIG, Análise Multicritério, Analytic Hierarchy Process – AHP, Weighted Overlay.

ABSTRACT

The rising population growth coupled with high levels of food waste are the main responsible for the increasing demand for food production worldwide. One of the fastest growing sectors in the world is the production of fish and other aquatic animals for human consumption and because of the large water availability in Brazil, the country could become one of the largest producers in the world. However, just by the wide availability of resources, it is necessary to use sustainably. To develop aquaculture activities, it's essential that multidisciplinary studies of the area in which the project will be implemented are carried to and knowledge of the potential carrying capacity of the environment. The objective of this study was the environmental zoning in the reservoir of UHE Lajeado to identify and propose the most suitable for the installation of local fish farms, based on characteristics of the area of direct impact (AID) and chemical- physical parameters water (IQA). To this end, geoprocessing and GIS combined with multicriteria analysis, which uses several related to the object of study, which allows the analysis of the dynamics of the environment parameters were used. Multicriteria analysis was developed from the determination of weights of the attributes of variables and variables by the method Analytic Hierarchy Process - AHP and Weighted Overlay tool in ArcGIS. The result showed that a cross with data AID and IQA, virtually the entire reservoir was fit to the development of aquaculture activities. The areas classified as excellent and good outnumber the other classes, and the occurrence of poor or very poor areas are punctual , occupying a portion of the south and northeast of the reservoir , and access along the reservoir is facilitated by various routes existing. The environmental zoning were satisfactory for deployment of aquaculture parks. The methodology proved to be an excellent option to identify the potential of the environment for the development of varied activities and to support decision making by environmental managers.

Keywords: Aquaculture, Geographic Information System - GIS, Multicriteria Analysis, Analytic Hierarchy Process - AHP , Weighted Overlay.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção da aquicultura no Brasil em 2011 20
Tabela 2 – Valores para comparação de critérios 26
Tabela 3 – Pesos para classes de solo 38
Tabela 4 – Pesos para classes de declividade 39
Tabela 5 – Pesos para classes de temperatura 41
Tabela 6 – Pesos para classes de OD 42
Tabela 7 – Pesos para classes de profundidade 42
Tabela 8 – Pesos para classes de nitrato 43
Tabela 9 – Pesos para classes de nitrito 43
Tabela 10 – Pesos para classes de pH 44
Tabela 11 – Parâmetros CONAMA 41
Tabela 12 – Pesos para AID 44
Tabela 13 – Pesos para IQA 45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de Parque Aquícola (BRASIL, 2013c) 21
Figura 2 – Valores para comparação de critérios (LIMA et al., 2013) 26
Figura 3 – Modelo de tanque-rede (PORTAL PEIXE, 2012) 30
Figura 4 – Mapa de Localização da Área de Estudo 30
Figura 5 – Mapa de Climas do Brasil segundo Köppen-Geiger 31
Figura 6 – Mapa de Solos 33
Figura 7 – Mapa de Declividade 34
Figura 8 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente 35
Figura 9 – Pontos de Coleta 40
Figura 10 – Fluxograma 46
Figura 11 – Reclassificação de Declividade 49
Figura 12 – Reclassificação de Solos 50
Figura 13 – Vias de Acesso 51
Figura 14 – Zonas de Depleção 52
Figura 15 – Reclassificação de Temperatura 55
Figura 16 – Reclassificação de Oxigênio Dissolvido 56
Figura 17 – Reclassificação da Profundidade 57
Figura 18 – Reclassificação do Nitrato 60
Figura 19 – Reclassificação do Nitrito 61
Figura 20 – Reclassificação do pH 62
Figura 21 – Mapa de Favorabilidade à implantação de parques aquícolas 64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14

2. OBJETIVOS 16

2.1. Objetivo Geral 16

2.2. Objetivos Específicos 16

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17

3.1. Regulamentação da atividade pesqueira no Brasil 17

3.2. Aquicultura e Parques Aquícolas 18

3.3. Zoneamento Ambiental 23

3.3. SIG e o uso da análise multicritério 24

4. ÁREA DE ESTUDO 28

4.1. Localização da Área 28

4.2. Descrição da Área 28

5. MATERIAIS E MÉTODOS 36

5.1. *Software* 36

5.2. Sistema de Coordenadas 36

5.3. Escala 36

5.4. Análise Multicritério 36

5.5. Células de Saída 37

5.6. Planos de Informação 37

5.7. Fluxograma de Trabalho 46

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO 47

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 65

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 66

1. INTRODUÇÃO

Dentre os alimentos consumidos pelos seres humanos, os peixes e frutos do mar sempre estiveram na categoria de mais nutritivos e benéficos para a saúde humana. Principalmente porque "possuem alto valor proteico e baixo teor de gordura, são ricos em vitaminas dos complexos A, B, D, E e ômega 3, e possuem ácidos graxos poliinsaturados, que tem importante atuação na prevenção de doenças cardiovasculares e ação anti-inflamatória natural" (MANGA, C.; DIAS, C.; CAMILLO, S, s.d.).

"A demanda mundial por esses alimentos tem crescido com o passar dos anos, podendo ser justificada pelo crescimento populacional, a alteração no padrão de consumo e aumento do poder de compra" (BRASIL, 2011a).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para alimentação e agricultura (FAO, 2012), a aquicultura continuará sendo um dos setores de produção alimentícia de origem animal com crescimento mais rápido, cujas estimativas demonstram que os valores totais somados de produção de pescado por meio da pesca extrativista e aquicultura superarão os valores de produção de carne bovina, suína e aves.

Dentre os países que investem neste setor, o Brasil poderá se tornar um dos maiores produtores de pescado do mundo, "por possuir cerca de 10 milhões de hectares de lâmina d'água em reservatórios de usinas hidrelétricas e propriedades particulares do Brasil, sendo que o país possui 13,7% do total da reserva de água doce disponível no mundo" (SEAP, 2008, p.6).

Ainda de acordo com a SEAP, as inúmeras bacias hidrográficas existentes no país possuem grande potencial de produção, juntamente com os 4 milhões de quilômetros quadrados aproximadamente de Zona Econômica Exclusiva, que abrange os 8,5 mil quilômetros de costa marítima.

Entretanto, para que o Brasil seja destaque na produção mundial de peixes e frutos do mar, é imprescindível que toda e qualquer exploração dos recursos naturais seja realizada com consciência ambiental, visando a sustentabilidade, ou seja, garantir que mesmo com a extração de matéria-prima, o ambiente seja capaz de se restaurar naturalmente.

Neste contexto surge o zoneamento ambiental, ferramenta importante para qualquer atividade que necessite do meio natural. É preciso avaliar detalhadamente as características físicas, bióticas e socioeconômicas do local de exploração, sendo um dos objetivos principais o conhecimento de sua capacidade de suporte e a mitigação dos possíveis impactos ambientais e socioeconômicos.

Considerando a quantidade de variáveis de diversas naturezas envolvidas, o próprio planejamento ambiental necessita de ferramentas que permitam realizar análises mais práticas e rápidas dos dados, de maneira individual e integrada, a fim de conhecer como uma variável influencia a outra.

Por esse motivo, cada vez mais a gestão ambiental vem utilizando técnicas de geoprocessamento e SIG (Sistema de Informações Geográficas) como instrumento de auxílio para a tomada de decisões, uma vez que além de mostrar a situação atual, é possível fazer modelagens que reproduzam como o ambiente era anteriormente, e como estará no futuro, o que auxilia no monitoramento da dinâmica ambiental que ocorre no meio. Nesse sentido, Cabral (2012), considerou como vantagem do uso dessas ferramentas a possibilidade de visualização dos resultados por meio da representação gráfica.

Com a sempre crescente preocupação ambiental dos dias atuais, todo empreendimento necessita de estudos que encontrem os locais mais propícios para o desenvolvimento das atividades, fortalecendo e respeitando o tripé da sustentabilidade, o qual visa o desenvolvimento ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável. Desta forma, estudos voltados à caracterização do meio físico e análise da capacidade de suporte de áreas potenciais à alocação de parques aquícolas são de suma importância para a preservação ambiental.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

O objetivo deste trabalho é realizar o zoneamento ambiental, a partir do uso do SIG, da região do reservatório da UHE de Lajeado para identificar e propor locais mais adequados a instalação de parques aquícolas.

2.2. Objetivos Específicos:

- Analisar as principais características internas e externas do reservatório da UHE de Lajeado;

- Integrar os planos de informações sobre o meio físico em ambiente SIG;

- Avaliar individualmente cada plano de informação e definir o grau de importância e prioridade de cada atributo, por meio do processo de Análise Hierárquica – AHP e da ferramenta *Weighted Overlay* do *software ArcG*IS;

- Definir os parâmetros mais desejáveis e adequados para o desenvolvimento das atividades e realizar combinação dos planos de informação;

- Propor áreas favoráveis às práticas da aquicultura no reservatório estudado, a partir da espacialização dessas áreas em mapas, na escala principal de 1:1.000.000.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Regulamentação da atividade pesqueira no Brasil

Anteriormente denominado Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca (SEAP/PR), o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) foi oficialmente criado pela Lei nº 11.958, de 29 de junho de 2009, e atualmente é a instituição responsável por "fomentar e desenvolver políticas voltadas ao setor pesqueiro brasileiro" (BRASIL, 2013a).

Como forma de orientar e dar segurança ao setor, em 29 de junho de 2009, foi sancionada a Lei nº 11.959, que cria a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e Pesca que, dentre outros fins, tem como objetivo:

> I - o desenvolvimento sustentável da pesca e da aqüicultura como fonte de alimentação, emprego, renda e lazer, garantindo-se o uso sustentável dos recursos pesqueiros, bem como a otimização dos benefícios econômicos decorrentes, em harmonia com a preservação e a conservação do meio ambiente e da biodiversidade; (BRASIL, 2009a).

Em âmbito nacional, tais atividades são desenvolvidas nas chamadas águas de domínio da União, que de acordo com o MPA (BRASIL, 2011b), são aquelas que banham um ou mais Estados da Federação, fazem fronteira entre estados nacionais e/ou com outros países, foram acumuladas em represas construídas com recursos federais, bem como o Mar Territorial brasileiro, que compreende baías, enseadas, estuários e zonas de mar aberto.

Toda e qualquer implantação de atividades em águas da União deve ser autorizada pelo Governo Federal, por meio de cessão de uso e licitações. Esta medida é necessária uma vez que "água é um recurso natural de domínio público, de valor econômico e essencial à vida. Para que todos tenham acesso à água e a usem de forma sustentável, cabe ao Poder Público a regulação desse bem" (BRASIL, 2011b).

A regulamentação do uso dessas águas para criação de peixe e organismos aquáticos "é um instrumento de inclusão social e possibilita que milhares de moradores de comunidades tradicionais (ribeirinhos, pescadores artesanais, assentados e agricultores familiares) tenham acesso, de maneira gratuita, a um 'lote' para produção por até 20 anos" (SEAP, 2008, p.17).

Existem diferentes tipos de usos das águas, tais como:

a) Pesca artesanal: "profissionais que exercem a pesca com fins comerciais, de forma autônoma ou em regime de economia familiar, com meios de produção próprios ou mediante contrato de parcerias, desembarcada ou com embarcações de pequeno porte" (BRASIL, 2011c);

b) Industrial: é uma "atividade de base, fornecedora de matéria prima para as grandes indústrias de centros de distribuição de alimentos" (BRASIL, 2011d). Esta atividade, diferentemente da pesca artesanal, caracteriza-se por tipo de embarcação e por criar vínculo empregatício entre os pescadores e os responsáveis pela mesma.

c) Pesca Amadora: atividade "praticada por brasileiros ou estrangeiros com a finalidade de lazer, turismo e desporto, sem finalidade comercial" (BRASIL, 2009b);

d) Aquicultura: "atividade de cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais se dá total ou parcialmente em meio aquático, implicando a propriedade do estoque sob cultivo, equiparada à atividade agropecuária" (BRASIL, 2009a).

3.2. Aquicultura e Parques Aquícolas

O cultivo em cativeiro de organismos envolve tanto espécies que se desenvolvem total e estritamente em água, como os peixes, quanto espécies que podem sobreviver em terra, mesmo que por curtos períodos de tempo, como as rãs.

De acordo com o MPA (BRASIL, 2011e), a aquicultura abrange as seguintes especialidades, distribuídas em água doces (continental) ou marinhas (mar):

a. Piscicultura (criação de peixes);
b. Malacocultura (produção de moluscos: ostras, mexilhões, caramujos e/ou vieiras);
c. Carcinicultura (criação de camarão, caranguejo e/ou siri);
d. Algicultura (Cultivo macro e/ou microalgas);
e. Ranicultura (Criação de rãs);
f. Criação de jacarés.

Para o desenvolvimento de qualquer atividade de aquicultura em águas de domínio Federal, é necessário entrar com um pedido de cessão de uso da área no MPA. Estes pedidos de cessão estão devidamente regulamentados pelos:

- Decreto nº 4.895 de 25 de novembro de 2004;
- Instrução Normativa Interministerial nº 06 de 31 de maio de 2004 (INI 06/2004);
- Instrução Normativa Interministerial nº 07 de 28 de abril de 2005 (INI 07/2005);
- Instrução Normativa Interministerial nº 01 de 10 de outubro de 2007 (INI 01/2007).

De acordo com a Codevasf (2013), para produção legalizada, é necessário enviar um projeto do empreendimento, que passa pelas seguintes instituições:

- Superintendência Federal de Pesca e Aquicultura – SFPA do Estado: onde o projeto é protocolado. O mesmo deve seguir as recomendações da INI nº 06/2004;
- MPA: O projeto é analisado pelas áreas técnicas de geoprocessamento e aquicultura. Caso seja deferido, segue para o próximo órgão. Caso necessite de alterações, volta para o interessado;
- ANA: Em casos de água continental, é responsável por emitir outorga preventiva de direito de uso da água após análise da capacidade de produção do corpo hídrico;
- IBAMA: Responsável pela parte ambiental, analisa se o tipo de empreendimento sugerido é o melhor para a espécie selecionada, além de conferir documentações pertinentes;
- Marinha: Órgão responsável pela vistoria no local escolhido, com o intuito de checar a segurança de navegação das embarcações e sinalização.

Segundo o MPA (BRASIL, 2011j), após o processo receber pareceres favoráveis das outras instâncias do Governo Federal, o mesmo retorna ao Ministério, seguindo para as etapas finais, que são: encaminhamento do processo para a Secretaria do Patrimônio da União (SPU), a qual emitirá o Termo de Entrega da área e a licitação pública. Após o resultado, o interessado deverá solicitar as licenças prévias, de instalação e de operação junto aos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs).

Os empreendimentos de aquicultura são classificados em:

I. Parques Aquícolas: "espaço físico contínuo em meio aquático, delimitado, que compreende um conjunto de áreas aquícolas afins, cujos espaços físicos intermediários podem ser desenvolvidas outras atividades compatíveis com a prática da aquicultura" (BRASIL, 2011f);

II. Áreas Aquícolas: "espaço físico contínuo em meio aquático, delimitado e destinado a projetos de aquicultura, individuais ou coletivos" (BRASIL, 2011f);

III. Unidades de Pesquisa: "espaço físico destinado ao desenvolvimento, pesquisa, avaliação e adequação tecnológica voltada para as atividades aquícolas" (BRASIL, 2004);

IV. Unidades Demonstrativas: "estrutura de cultivo destinada ao treinamento, capacitação e transferência de tecnologias em aquicultura" (BRASIL, 2004);

V. Competição Onerosa: quando houver "competição entre os interessados para uma mesma área, a autorização de uso será onerosa e seus custos deverão ser fixados mediante a abertura de processo seletivo público" (BRASIL, 2004).

Para o Sebrae (2008), a aquicultura tornou-se uma alternativa interessante frente à pesca extrativista (artesanal), que retira os organismos desenvolvidos naturalmente de seu hábitat. Sendo assim, a pesca torna-se incerta e os pescadores podem não conseguir a quantidade e/ou qualidade planejada.

Desta maneira, a aquicultura constitui-se numa atividade mais sustentável, uma vez que a produção de espécies é controlada, deixando a cargo do próprio ambiente manter seu equilíbrio natural. Além disso, oferece números mais concretos quanto à quantidade produzida, possibilitando uma melhor gestão do pescado.

No ano de 2008, foi lançado o Plano Mais Pesca e Aquicultura – Plano de Desenvolvimento Sustentável, documento que traz em seu conteúdo políticas públicas relacionadas à aquicultura e a pesca artesanal idealizadas até aquele momento. O documento contemplava ações que visavam o aumento da produção de pescado entre os anos de 2008 a 2011.

A previsão era que em 2011, a produção total (pesca extrativista e aquicultura) chegasse ao total de 1,43 milhões de toneladas, sendo aproximadamente 600 mil toneladas referentes à aquicultura (Gráfico 1).

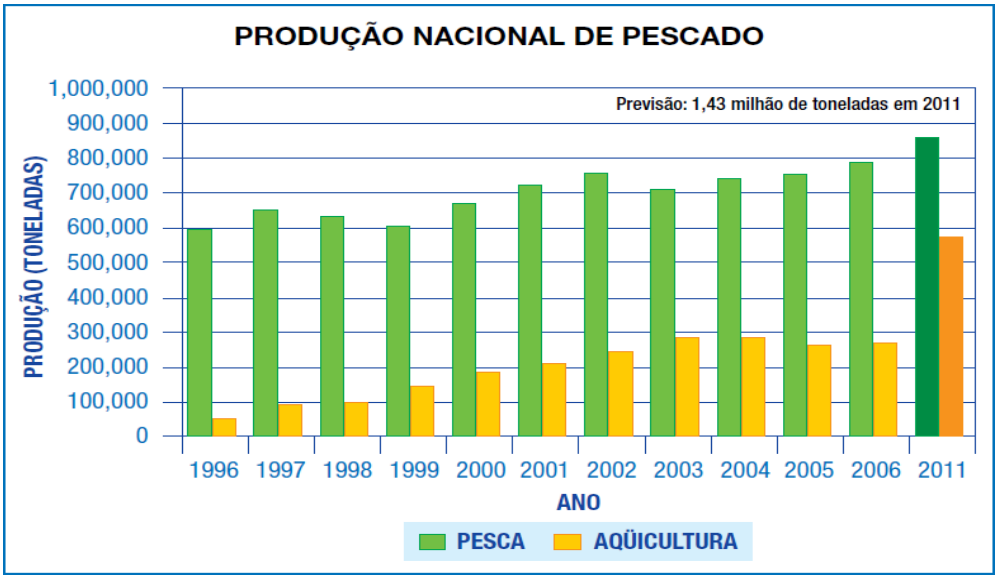

Gráfico 1 (SEAP, 2008, p.6)

Entretanto, de acordo com os dados do Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura – 2011, documento mais recente disponibilizado pelo MPA, a aquicultura brasileira superou as expectativas e produziu mais do que o esperado (Tabela 1).

Tabela 1 – Produção da aquicultura no Brasil em 2011

AQUICULTURA	2011	
	Produção	%
Total	628.704,3	100
Continental	544.490,0	86,6
Marinha	84.214,3	13,4

(BRASIL, 2011g)

Estes dados estatísticos mostraram que o país tem potencial de produção e precisa investir nesse ramo de atividade. Para o ano de 2011, por exemplo, "a atividade gerou um PIB pesqueiro de R$ 5 bilhões, mobilizou 800 mil profissionais entre pescadores e aquicultores e proporcionou 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos" (BRASIL, 2011h).

No final de 2012, foi lançado pelo governo o Plano Safra da Pesca e Aquicultura, o qual disponibilizou R$ 4,1 bilhão em crédito para o setor. O MPA também se preocupou com a qualidade do pescado para exportação, importação e consumo interno e criou uma rede de laboratórios oficiais no sentido de certificar a atividade e estabelecer melhores padrões de qualidade para sua comercialização.

Em 2013, apenas entre os meses de junho a setembro, já "foram destinados 700 hectares para a produção de aproximadamente 200 mil toneladas de pescado por ano, entre peixes, ostras e mexilhões" (BRASIL, 2013b).

De acordo com o MPA (BRASIL, 2011i), a cessão de áreas existentes dentro dos parques é feita por meio de processo seletivo público, onde as áreas são classificadas em não onerosas ou onerosas. Quando não onerosas, as áreas são ofertadas gratuitamente, tendo como público alvo os empreendedores com características de produção familiar, como mostra a Figura 1. Já as onerosas são áreas licitadas em que o vencedor é aquele disposto a pagar mais pela área.

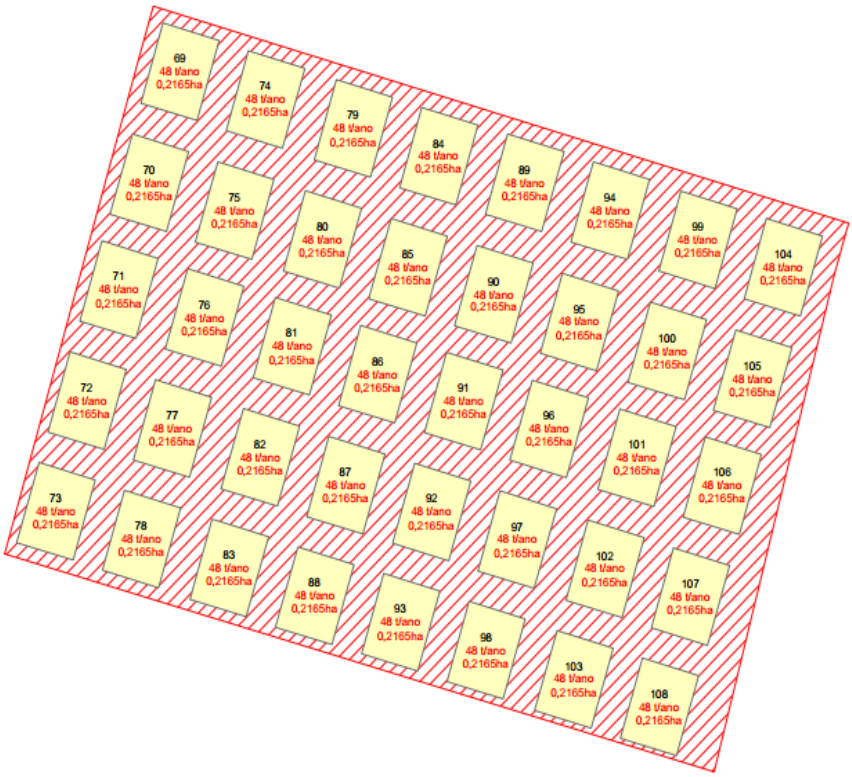

Figura 1 – Exemplo de Parque Aquícola (BRASIL, 2013c)

Para implantação dos parques aquícolas, é necessário que estudos prévios tenham sido realizados na área, uma vez que a falta de ordenamento da aquicultura pode resultar em grande prejuízo ambiental. Para Barone (2011, p. 26), "é notória a importância da realização de avaliações ambientais e socioeconômicas para inserção de forma sustentável e não conflituosa da aquicultura em um ambiente".

Desta forma, por meio de editais, são contratados diferentes grupos de pesquisa para coletar dados e informações de variáveis ambientais e sociais que permitam cruzamentos, estudos e diagnósticos, "com vista à seleção de áreas tecnicamente aptas à implantação de parques aquícolas em reservatórios da União e regiões costeiras" (BRASIL, 2009c).

Estes editais, baseados na Instrução Normativa Interministerial nº 06/2004, possuem os termos de referência que fornecem instruções para os estudos e descrevem os parâmetros e avaliações necessárias para seleção das áreas tecnicamente favoráveis à criação dos parques aquícolas.

Estes parâmetros abrangem aspectos do meio ambiente e aspectos sociais, e de acordo com o Edital de Licitação nº PE – 041 de 2009 (BRASIL, 2009c), alguns dos dados que devem ser coletados são:

- Localização: mostrar a região de abrangência do empreendimento, descrevendo os limites políticos e geográficos;
- Unidades de Conservação (UCs): identificação e caracterização das UCs municipais, estaduais e federais, que porventura existam próximas ao reservatório;
- Bacias Hidrográficas: informar os principais rios e bacias hirdrográficas da região;
- Legislação: fazer um levantamento da legislação federal, estadual e municipal relacionados à aquicultura que possam afetar a definição das áreas propícias ao desenvolvimento da atividade;
- Fomento à Aquicultura: levantar se existem propostas locais para o desenvolvimento da aquicultura;
- Uso e ocupação do solo: caracterização dos tipos de uso do solo dos municípios lindeiros, com detalhes da área do entorno do reservatório;
- Acessos: identificar a malha viária principal e secundária de acesso ao reservatório;
- Linhas de transmissão: identificar sistemas de distribuição de energia elétrica que possam interferir no desenvolvimento da atividade;
- Tráfego aquaviário: identificar rotas de navegação de embarcações e indicar a ocorrência de áreas utilizadas para esportes aquáticos;
- Direitos minerários: identificar áreas exploradas e qual o grau de interferência para a aquicultura;
- Qualidade da água: devem ser coletados dados de parâmetros químico, físicos e biológicos, como demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, nitrito, turbidez, potencial hidrogênico, oxigênio dissolvido, temperatura, transparência, comunidades planctônicas, dentre outros;
- Influências antrópicas: identificar os principais usos e fontes de poluição;
- Características do reservatório: coletar dados de profundidade, volume, nível operacional;
- Altimetria: coletar dados de altimetria do reservatório e da área do entorno;
- Depleção: identificar as áreas que secam ou diminuem o volume de água entre o período de seca e de chuva;
- Perímetro: coletar dados do perímetro do reservatório, considerando a cota mínima e máxima de inundação;
- Paliteiros: identificar áreas com fragmentos da vegetação nativa submersa ou semi-submersa;
- Identificar áreas sujeitas ou consideradas eutrofizadas;
- Identificar as pistas de vento;
- Identificar os padrões de circulação hidrodinâmica;
- Calcular a capacidade de suporte do reservatório para o desenvolvimento da atividade;

- Diagnósticos socioeconômicos: deverão ser coletados dados da evolução e distribuição populacional, e informações de faixa etária, população economicamente ativa, principais atividades desenvolvidas, patrimômio histórico e cultural, quadro de renda e emprego, cultura local, terras indígenas, características do setor pesqueiro, quando existir, dentre outros;
- Clima e meteorologia: devem ser coletados dados de ventos, temperatura e umidade do ar, precipitação pluviométrica e evaporação;
- Vegetação: identificar a ocorrência e caracterizar a vegetação do entorno do reservatório;
- Geomorfologia: identificar os principais relevos da área do entorno;
- Ictiofauna: identificar o conjunto de espécies de peixes existentes no reservatório e águas do entorno;

Todos os dados coletados e/ou gerados devem ser "estruturadas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), visando embasar a análise integrada das informações levantadas acerca da área estudada" (BRASIL, 2009c).

Ainda de acordo com o MPA, os dados vetoriais devem retratar fielmente as feições do ambiente estudado, sendo que estes dados devem apresentar na sua tabela de atributos informações sucintas sobre cada tema e a fonte. Os dados devem ser apresentados, preferencialmente, no formato *shapefile* e armazenados em um *geodatabase*.

Devido à quantidade de variáveis que devem ser estudadas e a complexidade das interações, Barone (2011) concluiu que o processo de escolha das áreas mais propícias à aquicultura deve ser desenvolvido por etapas, uma vez que é alta a escassez de dados confiáveis, recursos e tempo.

Desta maneira, os primeiros dados a serem analisados devem ser os limitantes, e desta forma, as primeiras áreas serão excluídas, facilitando e otimizando o processo de análise. Por exemplo: ao identificar áreas que não possuem profundidade adequada, aquela área não necessitará de estudos mais complexos, uma vez que só é possível implantar tanques-rede em locais que os mesmo permaneçam quase totalmente submersos.

Para o MPA (BRASIL, 2011i), a implantação dos parques aquícolas tem como principal objetivo "desenvolver a cadeia produtiva, gerar empregos, capacitar os atores envolvidos e aumentar a produção de pescado e de alimento no país".

3.3. Zoneamento Ambiental

Instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, o zoneamento ambiental ou Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), regulamentado pelo Decreto Federal nº 4.297, de 10 de julho de 2002, é definido no mesmo documento como:

> "instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população" (BRASIL, 2002).

Desta forma, o zoneamento ambiental é uma forma de planejamento sobre o uso e ocupação de regiões, sendo uma área de conhecimento que "procura investigar e representar as relações entre os aspectos ecológicos e econômicos de um território sob as possibilidades da cartografia moderna" (VASCONCELOS, 2010, p.31). Usualmente, pode ser definido como uma ferramenta que busca a identificação de áreas que necessitam de maior cuidado e preservação, visando a sustentabilidade.

Essas áreas, chamadas zonas, deverão ser definidas observando aspectos a partir de:

I. Diagnóstico dos recursos naturais, da sócio-economia e do marco jurídico-institucional (BRASIL, 2002).;

Este diagnóstico deverá apresentar informações como a potencialidade natural para exploração dos seus recursos, fragilidade ambiental, ocupação e uso da terra, condições sócio-econômicas da população e áreas legalmente protegidas, como unidades de conservação.

II. Informações constantes do Sistema de Informações Geográficas;

III. Cenários tendenciais e alternativos; e

IV. Diretrizes Gerais e Específicas (BRASIL, 2002).

De acordo com Brasil (2002), estas diretrizes deverão apresentar, dentre outros elementos, dados sobre as atividades adequadas para cada zona, de acordo com a fragilidade ambiental; critérios para orientar atividades de exploração do meio natural; medidas que ajudem a promover o desenvolvimento sustentável das áreas rurais, e medidas de controle e ajustamento do ZEE, além de planos, programas e projetos que possibilitem a manutenção do zoneamento.

Entretanto, com a quantidade de variáveis envolvidas e a necessidade de avaliá-las de forma integrada para a tomada de decisões, é cada vez mais comum que a classificação e categorização das informações de determinado ambiente sejam orientadas a partir de banco de dados espaciais e ferramentas de geoprocessamento (BARONE, 2011).

3.4. SIG e o uso da análise multicritério

O geoprocessamento pode ser definido como "um conjunto de técnicas e metodologias de armazenamento, processamento, automação e utilização de imagens para tomada de decisões" (FRANCELINO, 2003, p. 4). De tal modo, usualmente pode ser definido como uma área de conhecimento em que são realizados processamentos de quaisquer dados georreferenciados com base em técnicas matemáticas e computacionais.

Nesta área de conhecimento, a qual inclui cartografia e sensoriamento remoto, destaca-se o SIG – Sistema de Informações Geográficas, que pode ser definido como um "sistema computacional que permite a associação de dados gráficos (mapas) e banco de dados que servem de base à gestão espacial e consequentemente, à soluções a problemas de determinada área da superfície terrestre" (FRANCELINO, 2003, p. 11), ou seja, são ferramentas que tem a capacidade de manipular dados e informações por meio de seu relacionamento espacial. O SIG então é um subproduto do geoprocessamento.

Ainda assim, mesmo que o geoprocessamento seja um facilitador para a tomada de decisões, a grande quantidade de variáveis envolvidas necessita de ordenamento e/ou critérios para melhor avaliação do meio natural.

Um dos métodos mais utilizados para o planejamento ambiental é a análise multicritério de apoio à tomada de decisões, que consiste num "método de análise de alternativas para a resolução de problemas que utiliza vários critérios relacionados ao objeto de estudo, sendo possível identificar alternativas prioritárias para o objeto considerado" (FRANCISCO et al., 2007, p. 1).

Este tipo de processo é usado normalmente "para sintetizar opiniões expressadas, para determinar prioridades, para analisar situações de conflito, para formular recomendações ou proporcionar orientações de natureza operacional" (NETO, RUGGIERO, 2011.).

Uma das formas de determinação de prioridades na análise multicritério é feita por meio da atribuição de pesos, que considera o grau de importância das variáveis em relação ao objetivo final.

"Um dos métodos de análise multicritério mais utilizados e conhecidos no apoio à tomada de decisão" (PORATH, 2013, p. 6) é o Analytic Hierarchy Process (AHP), que segundo Cabral (2012), analisa as variáveis por meio de sua decomposição, ou seja, primeiramente é feito um exame individual dos atributos de cada variável por meio da avaliação par a par, com o intuito de aferir a prioridade de cada atributo em relação ao outro.

A importância e utilidade deste método estão explícitas na quantidade de documentos acadêmicos publicados que utilizaram esse processo para tomada de decisões, entre os quais é possível citar:

Maia e Peixoto (2007) aplicaram o método AHP com o objetivo de identificar fragilidades ambientais no licenciamento de propriedades rurais do DF. Foram utilizados critérios como uso e ocupação do solo, pedologia, aptidão agrícola, declividade e clima.

Silva e Pinheiro (2010) utilizaram o método AHP para a escolha de áreas propícias para a instalação de aterros sanitários. Foram utilizados critérios como declividade, estradas, hidrografia, área urbana e solos.

Bezerra *et al.* (2011) utilizaram o método AHP para definição de áreas propícias para a aquicultura marinha. Foram utilizados critérios como temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, batimetria, correntes marinhas, dentre outros.

Cabral (2012) utilizou o método AHP para encontrar na região sul da ilha de Santiago, Cabo Verde, áreas favoráveis para implantação de aterros sanitários. Foram utilizados quatorze critérios, subdivididos nas categorias uso do solo, hidrogeologia, morfologia e acessibilidade;

Na visão de Boas (2005), inicialmente é necessário fazer a decomposição do problema em uma estrutura hierárquica, sendo que no topo encontra-se o objetivo final e no nível abaixo encontram-se as variáveis, sendo que estas serão decompostas para a avaliação dos atributos.

De acordo com Bezerra *et al.* (2011), na avaliação dos atributos par a par, é necessário ponderar qual dos dois elementos é mais importante para o resultado final e qual a sua intensidade.

Sob esse ponto de vista, Cabral (2012, p. 21) avaliou que “a metodologia de comparação par-a-par é mais complexa, entretanto, os resultados e procedimentos adéquam-se melhor ao problema”.

A atribuição de pesos para cada atributo é feita utilizando uma escala de 1 a 9 (Tabela 2), que define as prioridades e grau de importância de um sobre o outro.

Tabela 2 – Valores para comparação de critérios

Intensidade de Importância	Definição
1	Mesma importância
3	Pouca importância
5	Grande importância
7	Importância elevada
9	Importância absoluta
2, 4, 6, 8	Valores intermediários

(BEZERRA et al., 2011)

De acordo com Freitas (2013), este tipo de análise possibilita comparar elementos de decisão quantitativos e qualitativos, isto porque ao utilizar a escala, há uma normalização ou padronização dos critérios, ou seja, “há transformação de unidades de medidas diferentes numa única base de comparação” (CABRAL, 2012, p. 20).

Após a classificação dos atributos de cada variável, estes são sobrepostos e reclassificados a partir da importância, em porcentagem, de cada um em relação ao objetivo. A Figura 2 mostra como é feito tal procedimento.

Lima *et al.* (2013) explica que cada valor da célula é multiplicado pela porcentagem atribuída e por fim somados para criar o produto final. Exemplo: para a primeira célula, é feita a equação (9*0.40) + (1*0.40) + (1*0.20) = 4.2. Entretanto, há arredondamento em função dos dados serem discretos.

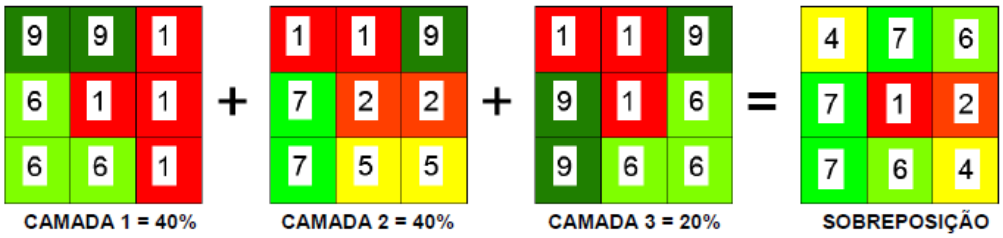

Figura 2 – Valores para comparação de critérios (LIMA et al., 2013)

Cabral (2012, p. 20) avaliou que “o método para a definição dos pesos dos critérios e das variáveis não é consensual e a quantificação de importância relativa de cada um constitui uma das grandes dificuldades encontradas num processo de decisão que envolve a análise multicritério”.

Desta forma, o julgamento da importância de cada variável pode ser definido a partir de documentos, estudos, leis, ou seja, dados concretos, e/ou a partir do conhecimento empírico, que envolve capacidade interpretativa e experiências do usuário.

A análise multicritério foi avaliada como a mais indicada pois atende a vários pontos desejáveis para o desenvolvimento deste trabalho, entre os quais:

a. A literatura apresenta diversos documentos que demonstram suas aplicações práticas para diferentes problemas;

b. É um processo de decisão que segue uma lógica (hierarquia) de avaliação, na qual é possível avaliar e cruzar tantos parâmetros quanto forem necessários;

c. Envolve julgamentos subjetivos, possibilitando o usuário aplicar seu conhecimento teórico e prático sobre o assunto;

d. Possibilita a utilização simultânea de variáveis qualitativas e quantitativas, sejam elas, tangíveis ou intangíveis, e portanto, permite o cruzamento de dados sobre contextos diversificados: econômico, político, social e ambiental.

4. ÁREA DE ESTUDO

4.1. Localização da Área

Localizado na região Norte do Brasil, no Estado de Tocantins, a área de estudo compreende o reservatório da UHE de Lajeado, o qual abrange uma área de aproximadamente 79 mil hectares, integrando os municípios de Brejinho de Nazaré, Ipueiras, Lajeado, Miracema do Tocantins, Porto Nacional, Santa Rosa do Tocantins e Palmas. A Usina Hidrelétrica (UHE) localiza-se nas coordenadas 48° 22’ 25,815”W e 09° 45’ 17,972”S – SIRGAS 2000 (Figura 4).

De acordo com a Neocorp (2011), a área de drenagem do reservatório é de 184.219 km², 5,19 bilhões de metros cúbicos em volume e nível operacional normal à montante de 212 metros.

4.2. Descrição da Área

4.2.1 Breve histórico

De acordo com a Investco (2012), no ano de 1972 começaram os primeiros investimentos para avaliar o aproveitamento hidrelétrico da bacia do rio Tocantins, sendo o rio Tocantins seu principal formador. Após estudos técnicos, socioeconômicos e ambientais, no ano de 1997, o consórcio Lajeado, chamado Investco S.A. (formado pelas empresas CELTINS; EEVP - Empresa de Eletricidade Vale Paranapanema S.A.; EDP - Eletricidade de Portugal S.A.; CEB - Companhia Energética de Brasília; e CPEE - Companhia Paulista de Energia Elétrica) venceu a licitação para construir e operar a UHE.

Em 1998, com a emissão da Licença de Instalação, as obras foram iniciadas e o rio Tocantins passou a ser desviado para o enchimento do lago.

Em 2002, a quinta e última geradora da UHE entrou em operação, e no ano de 2010, o consórcio conseguiu a renovação da Licença de Operação por mais cinco anos. Cada unidade geradora tem potência de 180,5 MW e potência instalada total de 902,5 MW. A UHE gera aproximadamente 4.600.000 MW/hora por ano. Toda essa potência é capaz de abastecer todo o Estado de Tocantins e a energia excedente é destinada ao Sistema Interligado Nacional, fornecendo energia para outros Estados.

4.2.2. Caracterização da produção Aquícola no Reservatóriode Lajeado

O sistema de cultivo do reservatório será desenvolvido em tanques-rede, que são gaiolas flutuantes onde os peixes são confinados. Os tanques são compostos por cordas de fixação, flutuadores, comedouro, estrutura, os quais servem de base para os outros equipamentos, e malha, uma espécie de tela que fecha as gaiolas, impedindo a fuga dos peixes. Em geral essas telas, que podem ser confeccionadas com aço galvanizado ou aço inox revestido de PVC, possuem o formato de alambrados, facilitando a passagem de água, a “limpeza” do tanque e a oxigenação (Figura 3).

A técnica de cultivo aplicada é a forma mais comumente empregada para a criação de peixes em ambientes alagados, nos quais não se pode realizar o esvaziamento do ambiente para despesca (NEOCORP, 2011).

De acordo com o manual de criação de peixes em tanques-rede (CODEVASF, 2013), publicado pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba em parceria com o MPA, para utilizar esse sistema, dentre outros fatores, é preciso estar atento:

a. Local: a área escolhida deve ser o mais limpa possível e livre de qualquer influência antrópica. Desta maneira, é ideal que seja longe de cidades, indústrias, culturas agrícolas, áreas de captação de água, dentre outros.

b. Profundidade: é necessário que o corpo d'água tenha pelo menos uma vez a altura do tanque-rede entre o fundo do reservatório e o fundo do tanque, ou seja, se o tanque tem 2 metros de altura, é necessária uma profundidade de 4 metros.

c. Dinâmica de correntes, ventos e ondas: ambientes lênticos são aptos para receber os tanques-rede, desde que tenham boa circulação da água. É preciso tomar cuidado com a velocidade dos ventos e ondas, que podem prejudicar a estrutura e localização do equipamento.

d. Distância entre tanques: é preciso manter a distância de uma a duas vezes o comprimento de um tanque-rede para o outro em sentido perpendicular às correntes, para que estas possam renovar a água, e os dejetos e restos de ração não passem para o tanque seguinte.

e. Qualidade da água: É de extrema importância que fatores físico-químicos, como oxigênio dissolvido, transparência, amônia, nitrato, dentre outros, estejam com valores e características ideais para o desenvolvimento dos peixes.

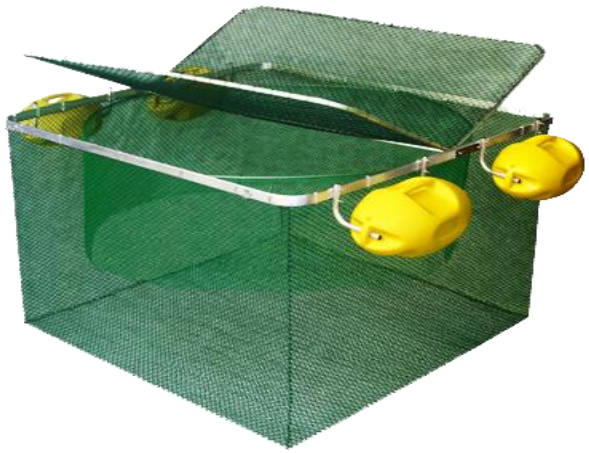

Figura 3 – Modelo de tanque-rede (PORTAL PEIXE, 2012)

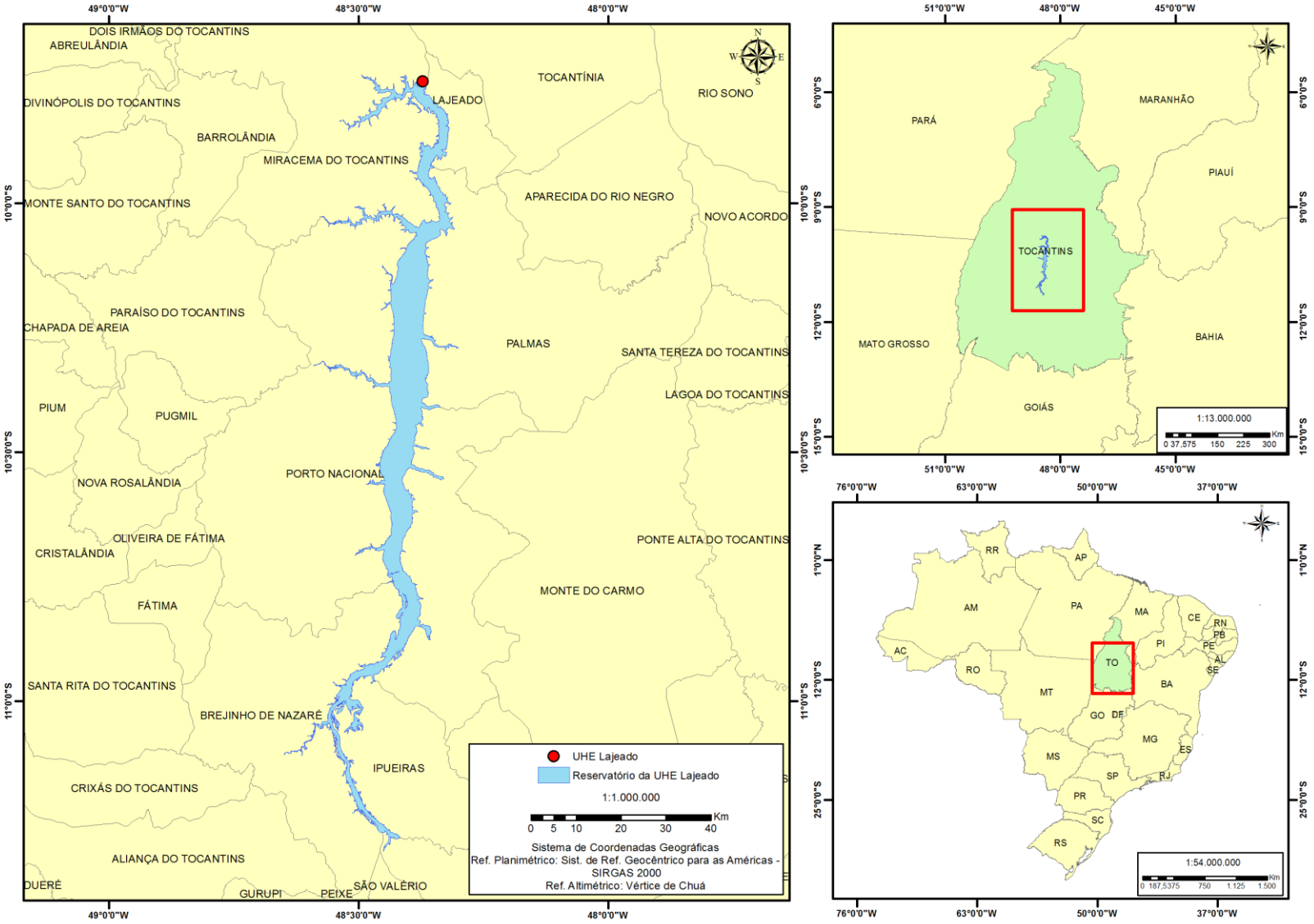

Figura 4 – Mapa de Localização da Área de Estudo

4.2.3. Clima e Meteorologia

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, baseada no pressuposto que a vegetação presente em cada região do planeta é o que determina o clima presente nestes locais e "considera a sazonalidade e valores médios e anuais da temperatura do ar e precipitação" (SAMPAIO, M. S.; ALVES, M. C.; CARVALHO, L.G.; SANCHES, L, 2011, p. 2), o clima de Tocantins é classificado como Aw – clima tropical, quente com chuvas de verão e secas de inverno (Figura 5).

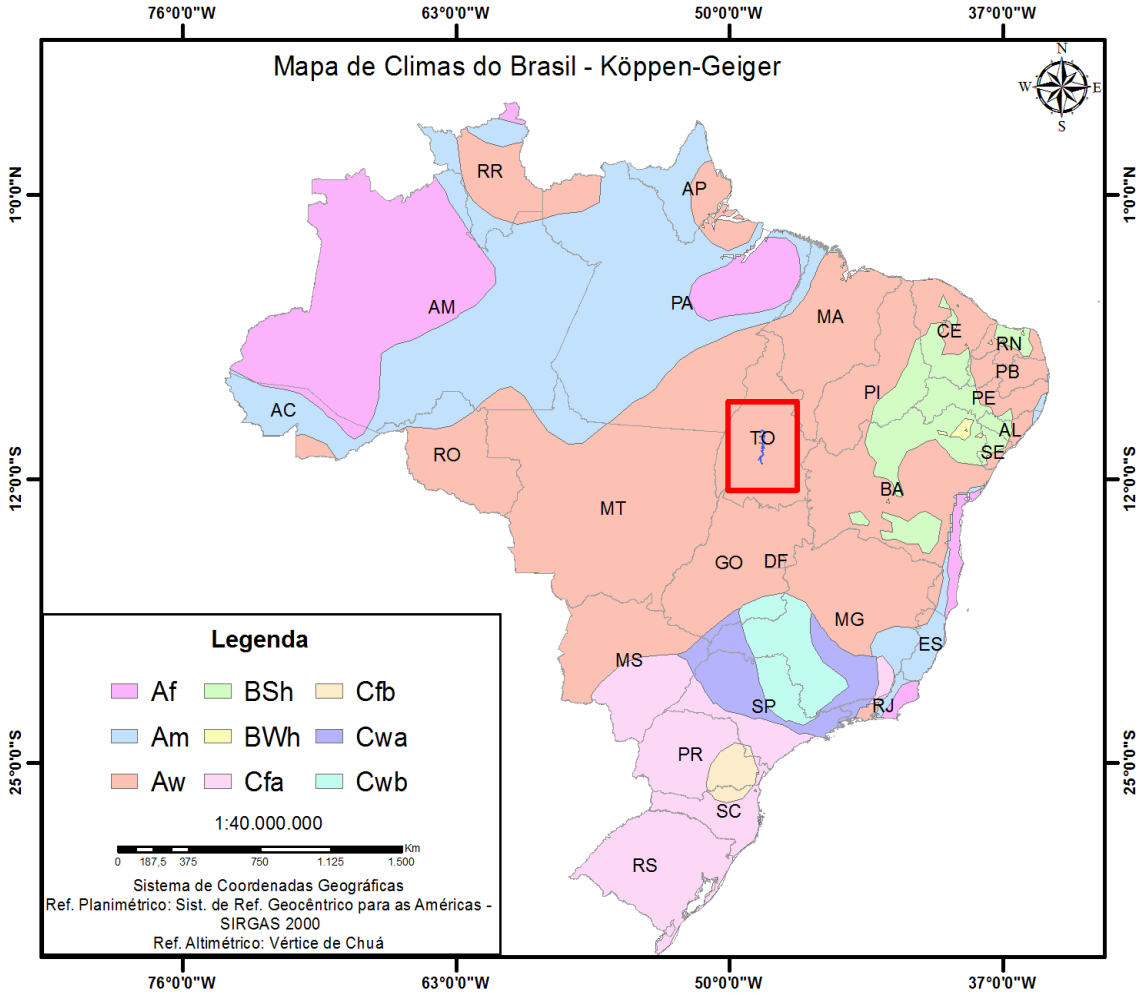

Figura 5 – Mapa de Climas do Brasil segundo Köppen-Geiger

A estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mais próxima do reservatório da UHE de Lajeado localiza-se em Palmas, cuja abrangência dos dados compreende o período de 1961 a 1990. A temperatura média anual varia de 23° em julho e 26,5° em setembro, como mostra o Gráfico 2. Em relação à precipitação, anualmente ela varia de 250 mm em janeiro a 0 mm em julho, conforme Gráfico 3.

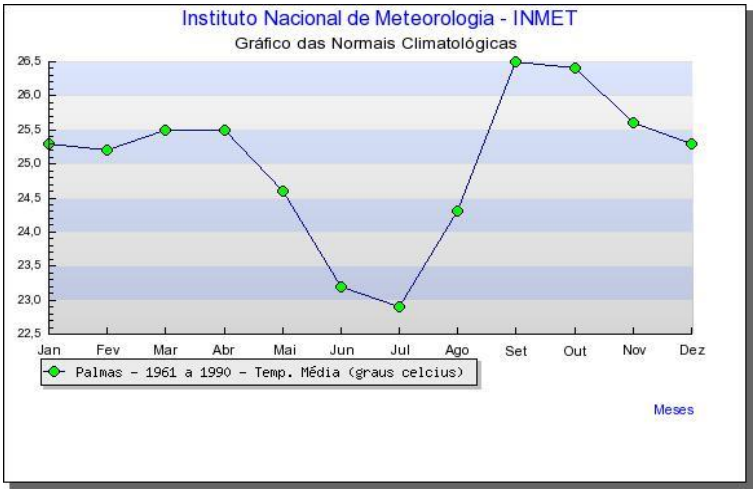

Gráfico 2 – Temperatura Média - Palmas (INMET, 2013a)

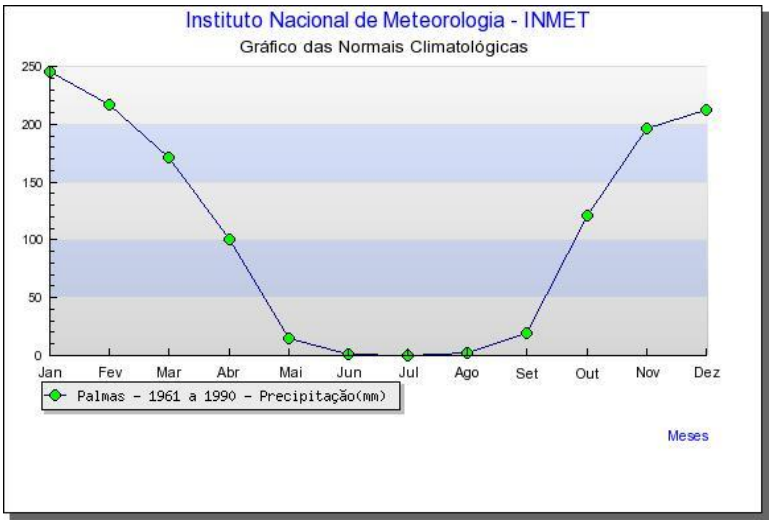

Gráfico 3 – Precipitação - Palmas (INMET, 2013b)

4.2.4. Solos

A área se caracteriza por uma diversidade pedológica que inclui seis classes de solos, como mostra a Figura 6, cujas características gerais são descritas a seguir:

- Cambissolos: As características deste tipo de solo variam muito, portanto podem ser fortemente até imperfeitamente drenados, variando entre rasos a profundos. Muitas vezes são pedregosos, cascalhentos e mesmo rochosos (EMBRAPA, 2006).
- Plintossolos: Compreende solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água, embora solos com melhor drenagem encontram-se nas regiões central e norte do Brasil, como Tocantins. São solos ácidos e verifica-se o predomínio de coloração pálida com ou sem mosqueado de cores alaranjadas ou vermelhas (EMBRAPA, 2006).
- Gleissolos: São solos hidromórficos, ou seja, encontram-se permanentemente ou periodicamente saturados por água, sendo mal drenados. A coloração pode ser acinzentada, azulada ou esverdeada devido à redução ou solubilização do ferro (EMBRAPA, 2006).

- Latossolos: São solos muito evoluídos com estrutura bem desenvolvida, normalmente muito profundos, com os horizontes A, B e C pouco diferenciados, variando de fortemente a bem drenados, com textura argilosa. As cores variam do amarelo ao vermelho escuro, costumam ser ácidos e alumínicos (EMBRAPA, 2006).
- Argissolos: Os solos desta classe têm como característica marcante um aumento de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B. Sua profundidade é variável, mas em geral são pouco profundos e profundos (IBGE, 2007). São forte a imperfeitamente drenados, com textura argilosa (EMBRAPA, 2006).
- Neossolos: Solos constituídos por material mineral ou orgânico com menos de 20 cm de espessura e não apresentam alterações expressivas quanto ao material originário, seja em razão da resistência ao intemperismo e/ou composição, ou por influência de fatores como clima, relevo ou tempo, os quais podem impedir e/ou limitar a evolução do solo (EMBRAPA, 2006).

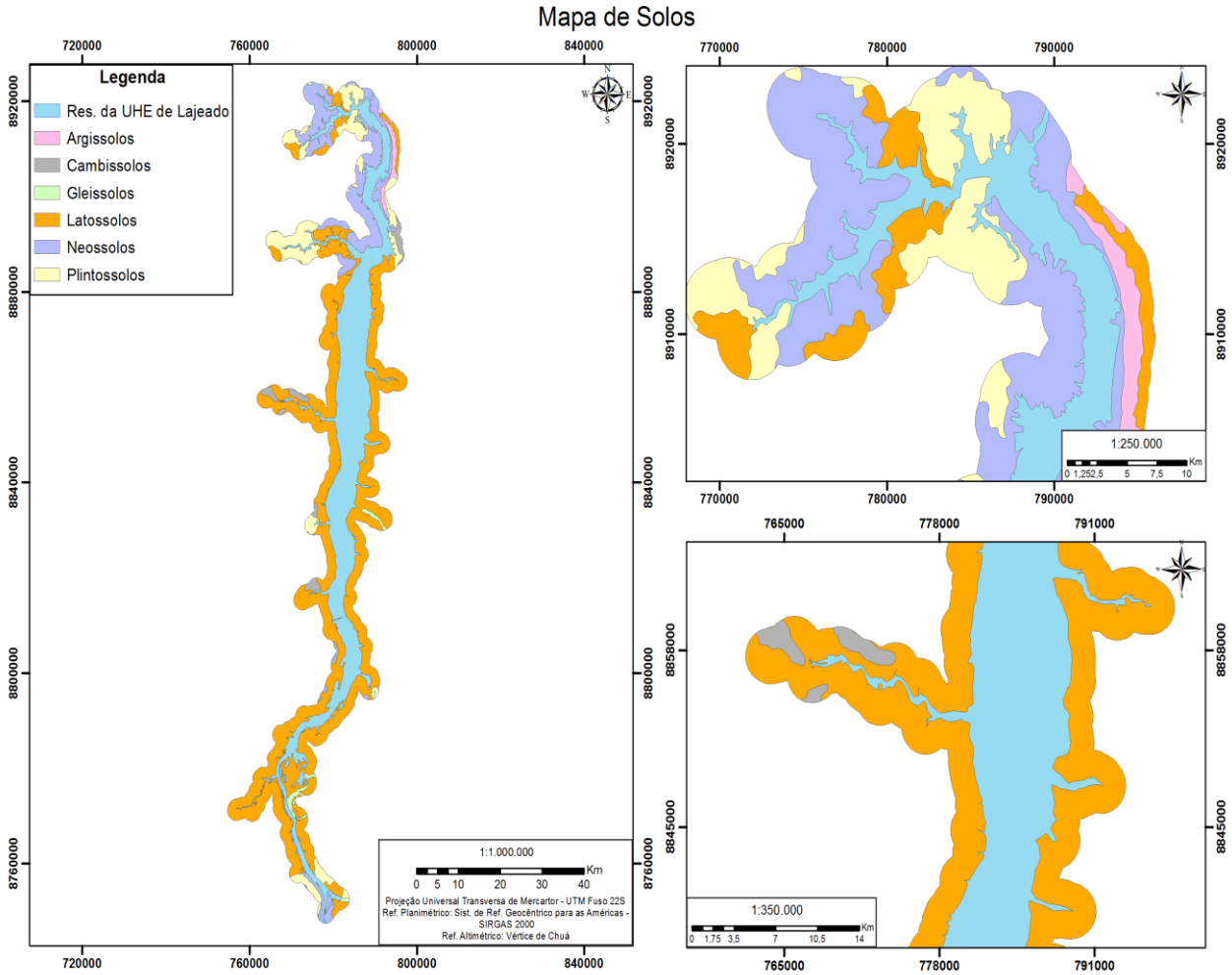

Figura 6 – Mapa de Solos

4.2.5. Declividade

De acordo com a classificação da Embrapa (2006), nas áreas mais próximas às margens do reservatório, há predominância de relevos planos e relevos suavemente ondulados, que compreendem os valores de 0% a 8% de declive. Entretanto, as incidências de relevo ondulado (8% a 20%) e relevo forte ondulado (20 a 45%) no extremo norte são significativas (Figura 7).

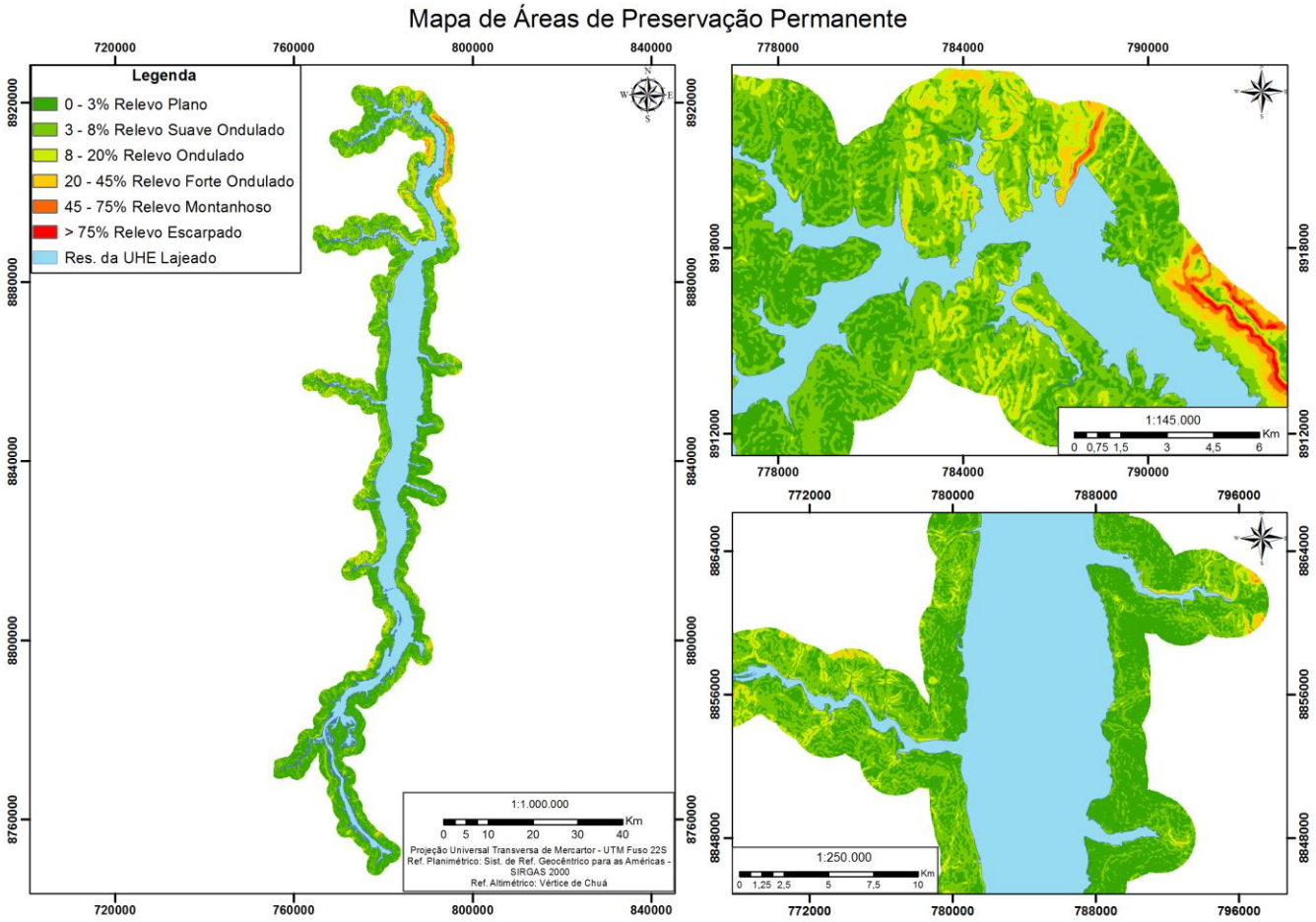

Figura 7 – Mapa de Declividade

4.2.6. Recursos Hídricos e Exigências Ambientais

De acordo com a Lei nº 12.651 (Código Florestal), Áreas de Preservação Permanente são:

> "áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas" (BRASIL, 2012);

Para as faixas marginais de qualquer curso d'água, inclusive no entorno de reservatórios artificiais, é necessário preservar uma faixa marginal com larguras definidas de acordo com a largura do corpo d'água. As áreas de APP no reservatório da UHE de Lajeado foram de 30 metros para os cursos d'água, 100 metros para o reservatório e 500 metros para o Rio Tocantins (Figura 8).

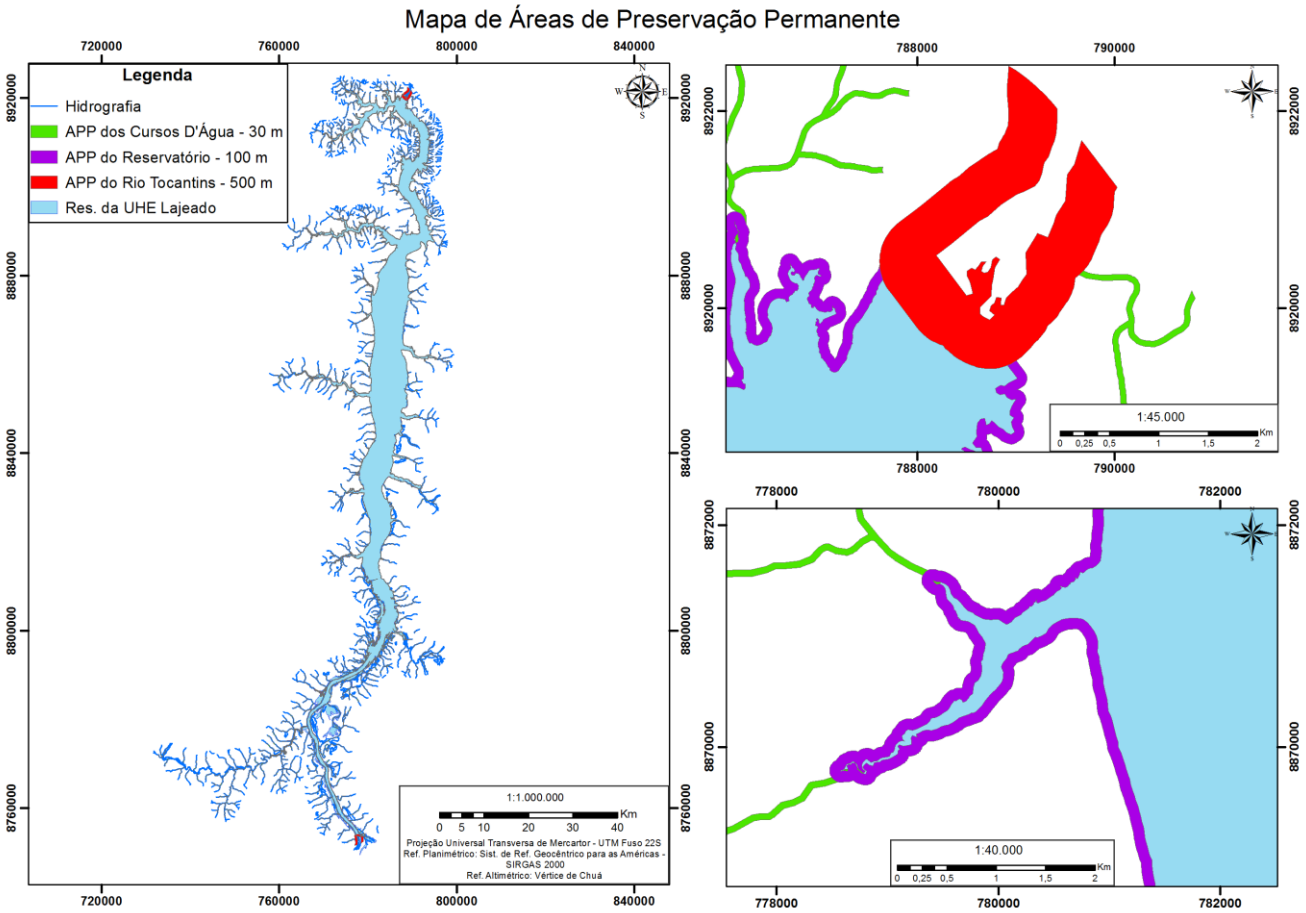

Figura 8 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. *Software*

Os mapas apresentados neste trabalho foram gerados por meio de um SIG, onde os mesmos foram processados no *software ArcGIS 10.2*, produzido pela *ESRI (Environmental Systems Research Institute*).

5.2. Sistema de Coordenadas

Todos os arquivos foram projetados para o Datum Horizontal SIRGAS 2000.

Considerando os arquivos vetoriais e raster que ocupam apenas um fuso, como o shapefile do reservatório da UHE de Lajeado, foi utilizado o sistema de coordenadas métricas, com a Projeção Universal Transversa de Mercartor – UTM Fuso 22S.

Para os arquivos que ocupam mais de um fuso, como o de Estados do Brasil, foi utilizado o Sistema de Coordenadas Geográficas, em graus sexagesimais.

5.3. Escala

Os planos de informações secundários foram disponibilizados em diferentes escalas, como por exemplo, os dados de solo, que foram gerados em escala 1:1.000.000 e os dados planialtimétricos, que foram gerados em escala de 1:250.000. Para visualização nos mapas, uma vez que a área de estudo abrange 7 municípios do Estado de Tocantins, a escala utilizada foi de 1:1.000.000.

5.4. Análise Multicritério

A primeira etapa da análise multicritério consistiu na aplicação do processo de análise hierárquica AHP, onde o estabelecimento de pesos, com base na tabela 2, classificou os atributos de um plano de informação segundo sua favorabilidade.

Para este tipo de classificação, é importante o conhecimento prévio e/ou embasamento teórico acerca das variáveis a serem utilizadas, uma vez que para cada objetivo diferente, os mesmos atributos das variáveis podem apresentar importâncias diferentes.

A segunda etapa foi processar os dados aplicando os pesos aos atributos das variáveis por meio da ferramenta *Reclassify (Spatial Analyst Tools, Reclass* ou *3D Analyst Tools, Raster Reclass),* e desta forma, foi realizada a classificação e normalização dos dados.

A terceira etapa consistiu em classificar as variáveis. A atribuição de pesos foi feita em uma escala de importância em porcentagem de 0 a 100, sendo que a soma dos pesos precisava resultar em 100%. Esta etapa foi realizada por meio da ferramenta *Weighted Overlay (Spacial Analyst Tools, Overlay).*

Como o objetivo deste trabalho foi realizar o zoneamento ambiental e propor áreas previamente favoráveis para a instalação de parques aquícolas, os atributos de cada variável e as

próprias variáveis que possuíam as características mais desejáveis e adequadas para o desenvolvimento das atividades receberam os maiores e melhores pesos.

Finalmente, a classificação dos dados, tanto para os atributos quanto para as variáveis, foi feita em escala de satisfação, que apresentavam as classes: ótima, boa, regular, ruim e péssima. Entretanto, devido à pouca variação das características de alguns dados, não foi possível aplicar todas as cinco classes para os mesmos.

5.5. Células de Saída

Para implementação da metodologia escolhida, todos os arquivos que foram processados necessitavam estar no mesmo formato. Uma vez que foram utilizados dados amostrais coletados em campo, havia necessidade de conhecer as características de toda área de estudo, e para isso, foi necessário aplicar a interpolação, que gerou um novo conjunto de dados para o restante da área.

Ao utilizar essa metodologia, o formato dos dados de saída era matricial, sendo que apenas esse fator já justificaria a transformação dos dados para raster. Entretanto, para os métodos de atribuição de pesos, tanto para as variáveis – onde foi utilizada a ferramenta *Weighted Overlay* - quanto para os atributos das variáveis – onde foi utilizada a ferramenta *Reclassify* – os dados só poderiam ser manipulados neste formato.

Como os cruzamentos foram feitos por meio das células dos arquivos raster, o ideal é que estas apresentassem o mesmo tamanho. Logo, em todas as fases de conversão e reclassificação, os arquivos matriciais de saída apresentaram resolução espacial de 30 metros.

5.6. Planos de Informação

A base de dados desse estudo foi construída a partir de planos de informações classificados segundo as características internas e externas do reservatório da UHE de Lajeado.

Os dados externos ao reservatório que apresentam maior relevância para o presente estudo são: os tipos de solo, declividade e vias de acesso.

Já os dados internos ao reservatório que apresentam maior relevância para o presente estudo são: temperatura, oxigênio dissolvido, profundidade, nitrato, nitrito e potencial hidrogênico.

1. Dados externos ao reservatório:

As variáveis externas ao reservatório da UHE de Lajeado, citadas anteriormente, foram consideradas mais importantes porque limitam ou inviabilizam a prática da aquicultura caso não estivessem em boas condições.

Estes foram limitados à Área de Influência Direta (AID), ou seja, são áreas que possivelmente serão afetadas diretamente pelo empreendimento, sendo estes impactos positivos ou negativos. A AID possui um raio de 2 Km a partir dos limites do reservatório.

- Tipos de Solo:

As características físicas do solo, como textura, estrutura, coesão e permeabilidade são ótimos indicadores da potencialidade de deslizamentos no ambiente em que ocorrem. O ideal é que os solos sejam tanto arenosos quanto argilosos, e desta forma, há equilíbrio entre a permeabilidade e retenção da água.

O principal fator considerado foi o nível de erodibilidade de cada solo. Isto porque solos mais susceptíveis à erosão levam materiais para dentro do reservatório, modificando a qualidade da água, e por consequência, prejudicando a sobrevivência dos peixes.

O mapa de solos da região foi gerado a partir de mapeamentos em escala 1:1.000.000 e disponibilizados em formato *shapefile* pela Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública do Estado de Tocantins (SEPLAN, 2013).

Para criar a AID de 2 Km, foi utilizada a ferramenta *buffer (Analysis Tools, Proximity),* e para limitar as classes de solo apenas para esta área, foi utilizada a ferramenta *Clip* (*Analysis Tools, Clip)* para cortar o vetor original. Por fim, o recorte do vetor foi transformado em raster por meio da ferramenta *Feature to Raster (Conversion Tools, To Raster).*

Posteriormente as classes dos solos foram analisadas e classificadas de acordo com a tabela 3:

Tabela 3 – Pesos para classes de solo

Atributo	Peso	Classe
Argissolos	3	Regular
Cambissolos	1	Ruim
Gleissolos	1	Ruim
Latossolos	9	Ótimo
Neossolos	5	Bom
Plintossolos	3	Regular

- Declividade:

A declividade é uma variável limitante, uma vez que terrenos com grandes desníveis tornam o acesso difícil ou mesmo inviável e inacessível. Ainda, quanto mais íngreme for o terreno, maior o potencial de deslizamento e movimento de massa, ou seja, mais fácil será o desenvolvimento de processos erosivos.

Esta variável foi obtida a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), com escala de 1:250.000 e resolução espacial de 30 metros, refinado a partir dos dados *SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)* pelo projeto TOPODATA (INPE, 2009). Inicialmente, foi feito um recorte com a ferramenta *Extract by* Mask *(Spatial Analyst Tools, Extraction)* do aquivo raster para a área de AID. A partir do recorte, foi utilizada a ferramenta *Slope (3D Analyst Tools,Raster Surface),* com o raster de

saída em porcentagem e células de saída com 30 metros, e feita a reclassificação com seis classes de declividade, baseando-se na categorização indicada pela Embrapa (2006).

Posteriormente as classes de declividade foram analisadas e classificadas de acordo com a tabela 4:

Tabela 4 – Pesos para classes de declividade

Atributo	Peso	Classe
0 – 3%	9	Ótimo
3 – 8%	7	Bom
8 – 20%	5	Regular
20 – 45%	3	Ruim
45 – 75%	1	Péssimo
>75%	1	Péssimo

2. Dados internos ao reservatório:

As variáveis internas ao reservatório de maior relevância para este trabalho, citadas anteriormente, são parâmetros químicos e físicos da água, que são responsáveis por indicar a qualidade ou nível de degradação da água.

Estes dados foram coletados em campo pela empresa *Neocorp*, no período de 30 de novembro a 03 de dezembro de 2010. Foram coletados 40 pontos ao longo do reservatório (Figura 9).

Sendo dados amostrais, significa que não existem pontos suficientes para cobrir toda a área de estudo. Como citado anteriormente, é necessário realizar a interpolação espacial dos dados, que permite estimar os valores desconhecidos e criar uma superfície que abrange toda a área desejada.

É importante considerar que "as distâncias a partir da célula com valor conhecido das células de amostra contribuem para a estimação do seu valor final" (ROCHA, NOVAIS, 2012, p. 4), ou seja, por mais que exista autocorrelacionamento de todos os pontos, os pontos mais próximos estão mais relacionados do que os pontos mais distantes.

Foram aplicadas quatro técnicas distintas de interpolação para cada variável, sendo estas:

a. *Inverso do Quadrado da Distância (IDW):* Considera principalmente o valor da célula e a distância, onde "quanto mais próximo o ponto de amostra estiver da célula cujo valor será estimado, mais próximo o valor da célula se assemelhará ao valor do ponto de amostra" (ROCHA, NOVAIS, 2012, p. 4).

b. *Spline (Regularized* e *Tension):* Este método "garante uma superfície suave, como se uma folha de borracha fosse esticada de forma que ela passe através dos pontos de amostra" (ROCHA, NOVAIS, 2012, p. 4). Essa característica permite extrapolar os valores, ou seja, os valores estimados ultrapassam os valores mínimos e máximos dos pontos amostrais. A principal diferença entre a

regularizada e a tensão é que a última obriga os valores criados a serem mais próximos dos valores de amostra.

c. *Krigagem (Ordinary* e *Universal):* Para Nobre (2009), este método utiliza técnicas de análise de regressão mais complexas, em que são medidas as distâncias e direções entre todos os possíveis pares de pontos para definição da autocorrelação espacial dos pontos de amostra. A principal diferença entre a ordinária e universal é que a última assume tendência nos dados.

d. *Natural Neighbor:* Este método considera apenas o subconjunto das amostras que cercam o ponto principal, no qual a interpolação e atribuição de pesos é feita por meio da média ponderada dos pontos vizinhos.

Para este trabalho, o método de interpolação escolhido foi o IDW, uma vez que os dados ficaram mais bem representados na superfície de estudo, apresentando melhor diferenciação de valores. Ainda, os pontos das amostras estavam distribuídos por toda a área de estudo, e os valores não apresentam variações muito altas. Desta forma, o IDW calculou valores próximos aquelas já existentes.

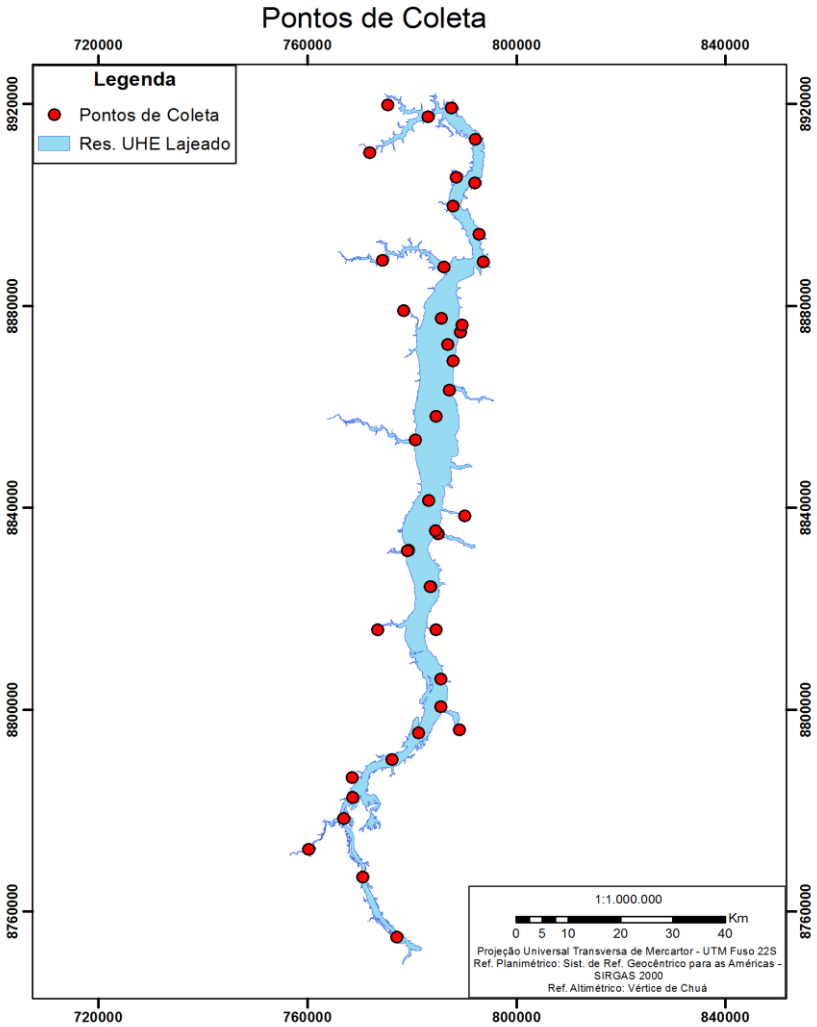

Figura 9 – Pontos de Coleta

Para classificação e determinação dos pesos em relação aos parâmetros físico-químicos da água, foi utilizada como base a legislação.

A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, além de outras providências.

Considerando este documento, as águas dos reservatórios são avaliadas como de Classe 2, na qual a água pode ser destinada à aquicultura e atividades de pesca. Entretanto, para os padrões de qualidade de água, salvo algumas exceções, os valores considerados são referentes à Classe 1.

Os valores relacionados aos parâmetros físico-químicos da água podem ser observados na tabela 11:

Tabela 11 – Parâmetros CONAMA

Variável	Nível Adequado
Oxigênio Dissolvido	> 5 mg/L
Nitrato	10 mg/L
Nitrito	1 mg/L
PH	06 – 09

(BRASIL, 2005)

- Temperatura (°C):

A temperatura para os peixes é tão importante quanto para os humanos. É um parâmetro limitante, uma vez que não estando na faixa de conforto das espécies, há redução de produção e alimentação, e aumento do estresse, além de facilitar o surgimento de doenças e parasitas.

Os dados sobre este parâmetro físico foram obtidos por meio de medida direta, em que os valores são medidos por meio de um sensor colocado em contato direto com o meio. Esses dados foram classificados de acordo com o intervalo de valores indicados na tabela 5, e posteriormente foram interpolados utilizando-se o método IDW (*3D Analyst Tools, Raster Interpolation),* com célula de saída de 30 metros.

Em seguida, as classes foram analisadas e classificadas de acordo com a tabela 5:

Tabela 5 – Pesos para classes de temperatura

Atributo	Peso	Classe
22,0 – 23,9	1	Ruim
24,0 – 25,9	3	Regular
26,0 – 30,0	9	Ótimo

- Oxigênio Dissolvido (OD) (mg/L):

O oxigênio dissolvido é outro parâmetro limitante, pois a sobrevivência dos peixes, seja pela respiração e/ou atividades metabólicas dependem de valores ótimos. O OD é disponibilizado para a água, que possui menor concentração, por meio da atmosfera, que possui maior concentração. Este fenômeno físico é chamado de difusão.

Os dados para este parâmetro químico foram obtidos por meio de medida direta. Os dados foram classificados de acordo com o intervalo de valores indicados na tabela 6, e posteriormente foram interpolados pelo método IDW (*3D Analyst Tools, Raster Interpolation)* com células de saída de 30 metros.

Em seguida, as classes foram analisadas e classificadas de acordo com a tabela 6:

Tabela 6 – Pesos para classes de OD

Atributo	Peso	Classe
7,0 – 8,0	5	Ruim
8,1 – 8,9	7	Regular
9,0 – 9,9	9	Ótimo

- Profundidade (m):

Este parâmetro é importante principalmente pelos tanques-rede, que necessitam de espaço na água para serem instalados. O recomendado é que a profundidade seja de no mínimo 4 metros entre o fundo do tanque e o fundo do reservatório, caso o tanque-rede seja de 2 metros, e assim sucessivamente.

Obtidos por meio de medida direta, os dados foram classificados de acordo com o intervalo de valores indicados na tabela 7, e posteriormente foram interpolados por meio do método IDW (*3D Analyst Tools, Raster Interpolation),* com célula de saída de 30 metros.

Em seguida, as classes foram analisadas e classificadas de acordo com a tabela 7:

Tabela 7 – Pesos para classes de profundidade

Atributo	Peso	Classe
0,0 – 3,9	1	Ruim
4,0 – 5,0	5	Bom
6,0 – 8,0	9	Ótimo
9,0 – 15,0	3	Regular

- Nitrato (mg/L):

Valores elevados deste parâmetro prejudicam o processo de osmorregulação (processo natural de manutenção da quantidade de água e sais minerais no organismo do peixe) e o transporte de oxigênio, além de facilitar a proliferação de algas e plantas aquáticas, facilitando a eutrofização do meio aquático.

Elemento obtido por espectrofotometria, que utiliza a interação da radiação eletromagnética com a matéria para medir a concentração das substâncias. Os dados foram classificados de acordo com o intervalo de valores indicados na tabela 8, e posteriormente foram interpolados utilizando-se o método IDW (*3D Analyst Tools, Raster Interpolation),* com célula de saída de 30 metros.

Em seguida, as classes foram analisadas e classificadas de acordo com a tabela 8:

Tabela 8 – Pesos para classes de nitrato

Atributo	Peso	Classe
0,0 – 0,1	1	Ruim
0,2 – 1,3	9	Ótimo

- Nitrito (mg/L):

O nitrito é responsável pelo envenenamento dos peixes e morte por asfixia, uma vez que este parâmetro químico é capaz de transformar a hemoglobina em metahemoglobina, e assim há perda da capacidade de transporte de oxigênio para as células.

Elemento também obtido por meio de espectrofotometria, os dados foram classificados de acordo com o intervalo de valores indicados na tabela 9, e posteriormente foram interpolados por meio do método IDW (*3D Analyst Tools, Raster Interpolation),* com célula de saída de 30 metros.

Em seguida, as classes foram analisadas e classificadas de acordo com a tabela 9:

Tabela 9 – Pesos para classes de nitrito

Atributo	Peso	Classe
0,0	1	Ruim
0,001 – 0,037	9	Ótimo

- Potencial Hidrogênico - pH:

O parâmetro químico pH é indicativo de íons de nitrogênio livres no meio aquático, e é medido em escalas de 0 a 14, onde pH < 7, a água é ácida, pH = 7, á água é neutra, e pH > 7,

a água é alcalina. Fora do padrão de valores, este parâmetro compromete o apetite e grau de atividade dos peixes.

Obtidos por meio de medida direta, os dados foram classificados de acordo com o intervalo de valores indicados na tabela 10, e posteriormente foram interpolados por meio do método IDW (*3D Analyst Tools, Raster Interpolation),* com célula de saída de 30 metros.

Em seguida, as classes foram analisadas e classificadas de acordo com a tabela 10:

Tabela 10 – Pesos para classes de pH

Atributo	Peso	Classe
0,0 – 5,9	1	Ruim
6,0 – 7,9	9	Ótimo

Após todo o processo de normalização dos dados, a etapa final foi a atribuição de pesos para as variáveis, em que os dados foram divididos entre externos e internos ao reservatório, uma vez que não foi possível cruzá-los diretamente. Posteriormente, as matrizes classificadas foram cruzadas por meio da ferramenta *Weighted Overlay (Spatial Analyst Tools, Overlay)* e os dados foram associados, resultando no mapa final, o qual demonstrou as áreas mais favoráveis à implantação dos parques aquícolas.

Além dos acessos, os parâmetros referentes às AID foram a declividade e os tipos de solo. Como observado anteriormente, estes critérios são dependentes um do outro. Entretanto, devido à maior homogeneidade dos dados de solos, a declividade recebeu um peso um pouco maior.

Outro fator que influenciou a determinação de pesos foi que a melhor opção em relação aos relevos seriam os planos, entretanto, não foi possível considerar apenas essa classe. Sendo assim, os relevos pouco ondulados – em relação aos planos – possuem maior propensão ao deslizamento do solo, mesmo que os solos sejam relativamente estáveis e/ou firmes.

Portanto, a classificação de pesos pode ser observada na Tabela 12.

Tabela 12 – Pesos para AID

Parâmetro	Peso %
Declividade	55
Solos	45

Para classificação dos dados referentes ao IQA, foi utilizada uma escala decrescente, em que os maiores pesos foram atribuídos aos parâmetros limitantes e os menores pesos foram atribuídos aos parâmetros que não exerciam tanta importância em relação aos outros.

Tabela 13 – Pesos para QA

Parâmetro	Peso %
Temperatura	25
Oxigênio Dissolvido	25
Nitrito	15
pH	15
Nitrato	10
Profundidade	10

5.7. Fluxograma de Trabalho

Devido à quantidade de processamentos utilizados e sua heterogeneidade, conforme descrito nas etapas anteriores, para o entendimento das etapas seguidas no sentido de homogeneizar os dados e realizar a análise multicritério, foi elaborado um fluxo de trabalho, o qual explana o processo desenvolvido para alcançar os objetivos propostos. (Figura 10).

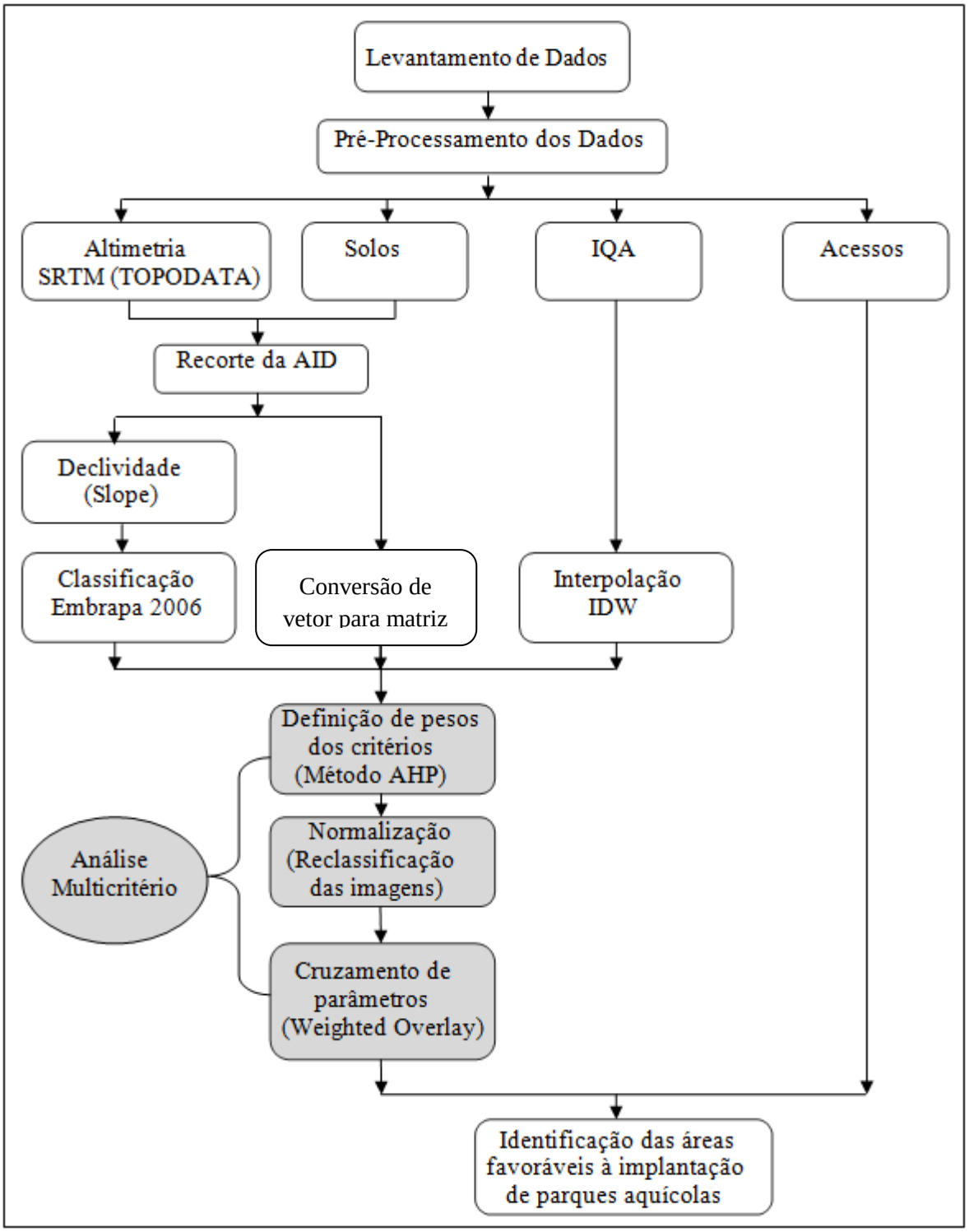

Figura 10 – Fluxograma

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados, onde os mesmos mostram os produtos gerados a partir da atribuição de pesos e reclassificações, conforme a metodologia adotada.

6.1. Declividade

A declividade constitui-se como um fator de extrema importância para qualquer tipo de empreendimento. Para a aquicultura, a análise do relevo possibilita a identificação de áreas de fragilidade, ou seja, áreas que apresentam maior ou menor probabilidade de desenvolver processos erosivos, e assim, transportar sedimentos para dentro do reservatório, o que prejudicaria, dentre outros aspectos, os índices de IQA.

Declives acentuados também não são bons porque dificultam o acesso, locomoção e instalação de equipamentos, prejudicando principalmente as épocas de despesca, em que os aquicultores precisam de mobilidade rápida e fácil, levando em consideração a fragilidade dos produtos.

A AID apresentou todas as classes de declividade, e conforme demonstrado na tabela 4, a classificação atribuiu valores maiores para declividades menores. Portanto, áreas que possuem relevos planos ou suavemente planos são mais interessantes para o desenvolvimento da atividade em questão.

A Figura 11 mostra que é possível instalar parques aquícolas em quase toda sua extensão. Podem-se descartar as partes do reservatório mais ao norte, classificadas como ruins ou péssimas. Em situações extremas, as áreas classificadas como regulares poderiam ser utilizadas. Entretanto, a maior parte do entorno do reservatório possui classificação boa ou ótima, e desta forma, avaliando esse parâmetro individualmente, não existe justificativa para implantar os parques em áreas que não sejam as supracitadas.

6.2. Solos

Este parâmetro está intimamente ligado à declividade, uma vez que quanto maior o declive, maior a probabilidade de deslizamento de matéria, e quanto mais partículas de solo no reservatório, maior a probabilidade de assoreamento, diminuição da transparência e suspensão de sedimentos.

Contudo, avaliando individualmente, o que foi levado em consideração foram os parâmetros de composição do solo. Para a classificação da tabela 3, levou-se em consideração se o solo apresentava teores de argila e areia, os quais que seriam melhores, devido à sua capacidade de retenção e percolação de água, no qual suas partículas não são tão facilmente removíveis.

Os Argissolos e Gleissolos receberam pesos baixos por apresentarem altos teores de argila. Esses tipos de solos são bons na retenção de água, entretanto, nem sempre são bem drenados, além de saturarem-se rapidamente, o que pode levar à cimentação.

Outra característica é que geralmente ao secarem, os grumos formados começam a quebrar e/ou rachar. Desta forma, a locomoção torna-se difícil, seja porque o solo está molhado e escorregadio ou seco e quebradiço.

Já a importância do Cambissolo recebeu peso baixo exatamente pelo contrário, por ser um solo mais arenoso e/ ou pedregoso. Essa característica facilita a perda do solo por erosão.

Desta forma, a melhor classificação foi para os Latossolos. Isso significa que é possível implantar parques aquícolas em praticamente toda a extensão do reservatório. Este solo é bom porque apresenta textura argilosa e é bem drenado, ou seja, consegue reter a água e as partículas do solo não são tão facilmente carregadas.

Os Neossolos e Plintossolos apresentaram importância menor em relação ao Latossolo, mas ainda assim, as áreas em que ocorrem poderiam ser consideradas para a implantação dos parques aquícolas (Figura 12).

6.3. Acessos

A presença de bons solos e baixas declividades que facilitam a locomoção não ajudam em nada se o acesso para as margens do reservatório não forem simplificados. O vetor de linhas foi disponibilizado pela Seplan (2013) e possuía as classes vias não pavimentadas, vias pavimentadas e vias urbanas. Este arquivo não foi transformado em raster e não foi reclassificado.

Para a implantação de parques aquícolas é necessário montar toda uma estrutura que facilite o acesso aos tanques e manutenção da criação. É aconselhável a construção de galpões que servam como depósito para a ração e os diversos petrechos utilizados pela atividade.

Há também a possibilidade de montagem de balsas, que servem como plataforma principalmente na época de despesca, facilitando o manejo dos peixes e o içamento dos tanques, além da opção de construção de plataformas ao redor dos tanques.

Neste sentido, devido à necessidade de tantos materiais, barcos e construções, torna-se importante a existência de uma infraestrutura viária que facilite os acessos ao reservatório. Logo, esta é uma variável limitante e portanto, independente do tipo de via, qualquer acesso para o reservatório é importante.

A Figura 13 mostra que o acesso é predominantemente de vias não pavimentadas, seguidas das vias pavimentadas. A área situada a nordeste do reservatório não apresenta muitos acessos, e novamente é indicada como uma área que não deve ser considerada para a atividade.

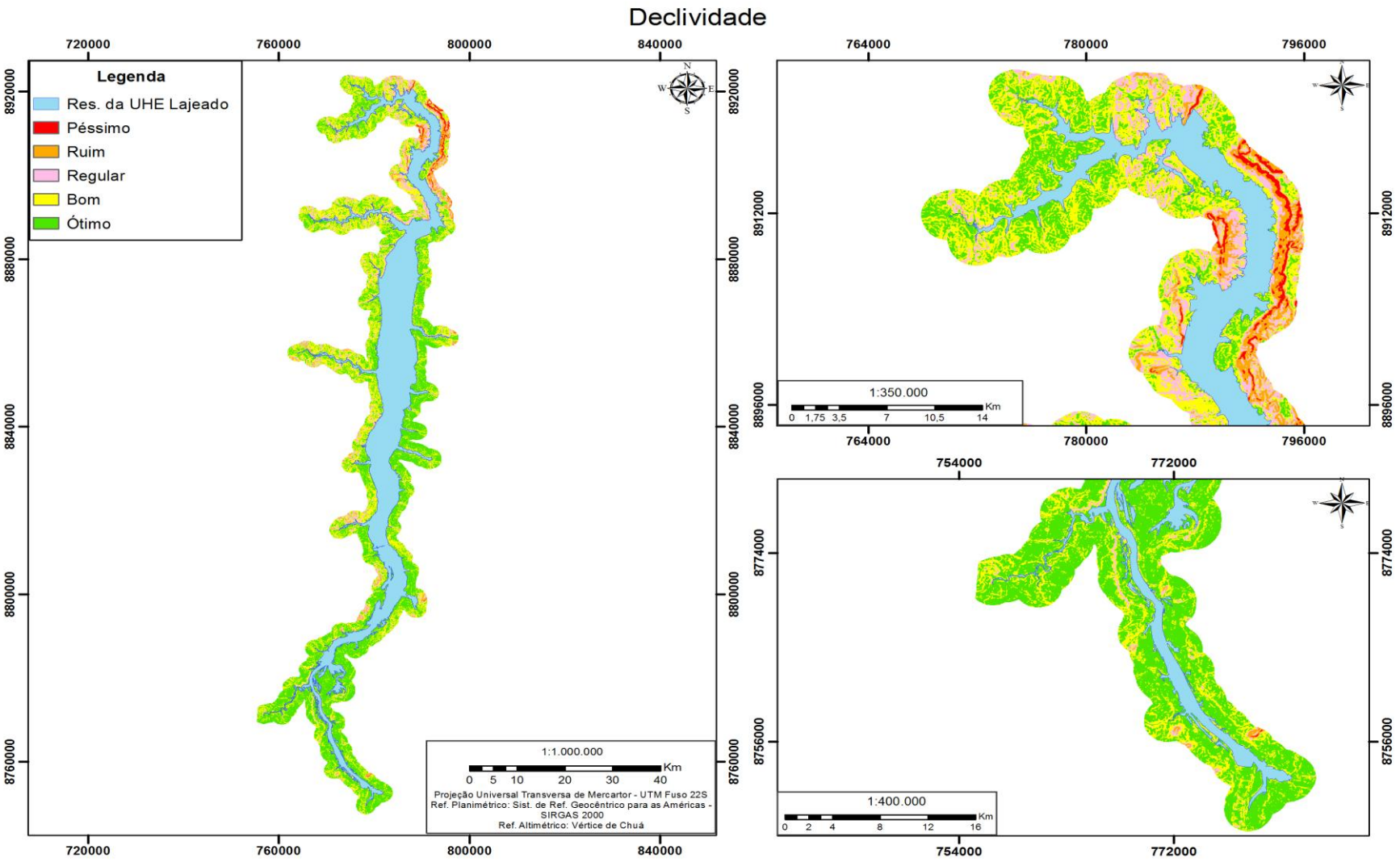

Figura 11 – Reclassificação de Declividade

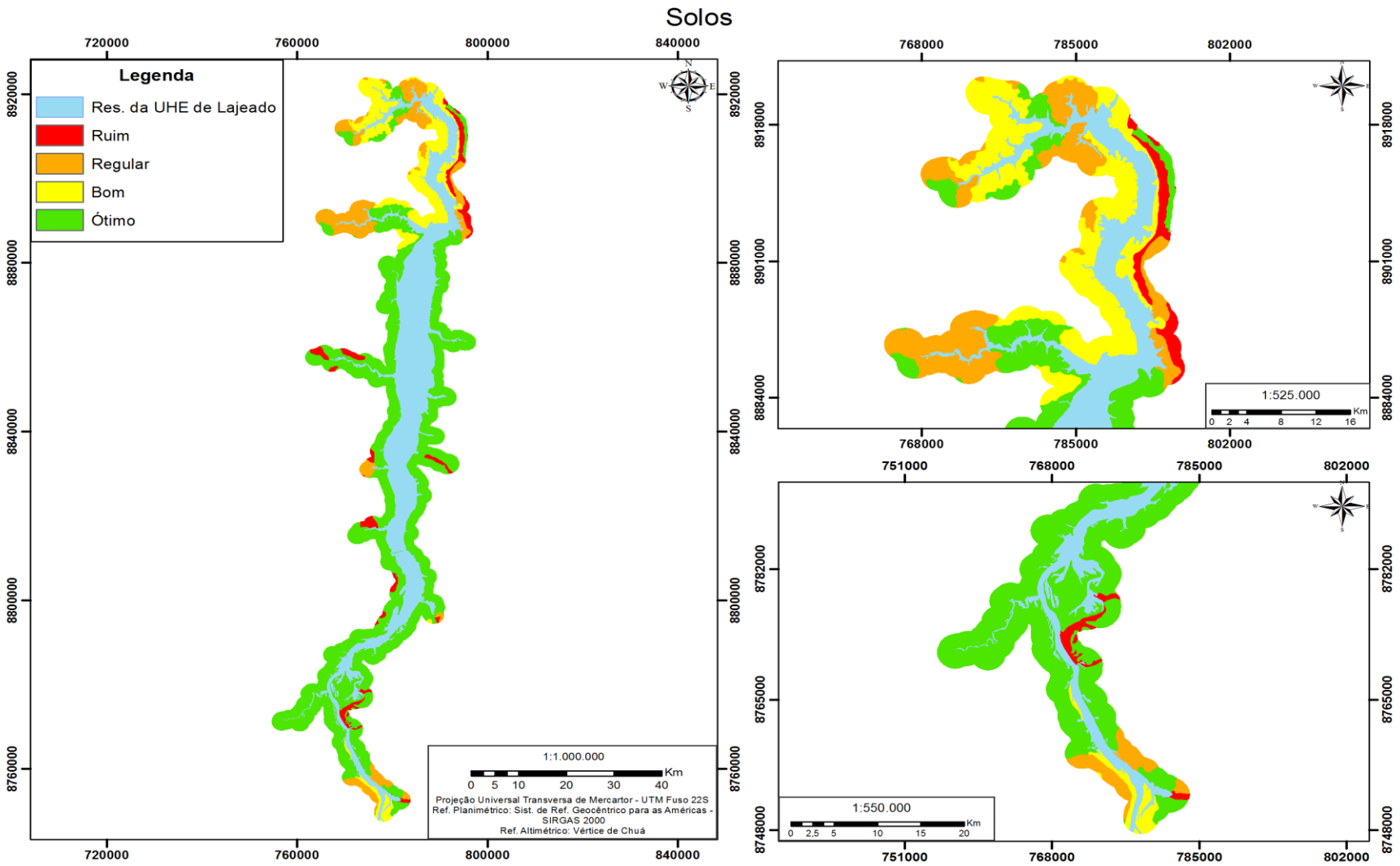

Figura 12 – Reclassificação de Solos

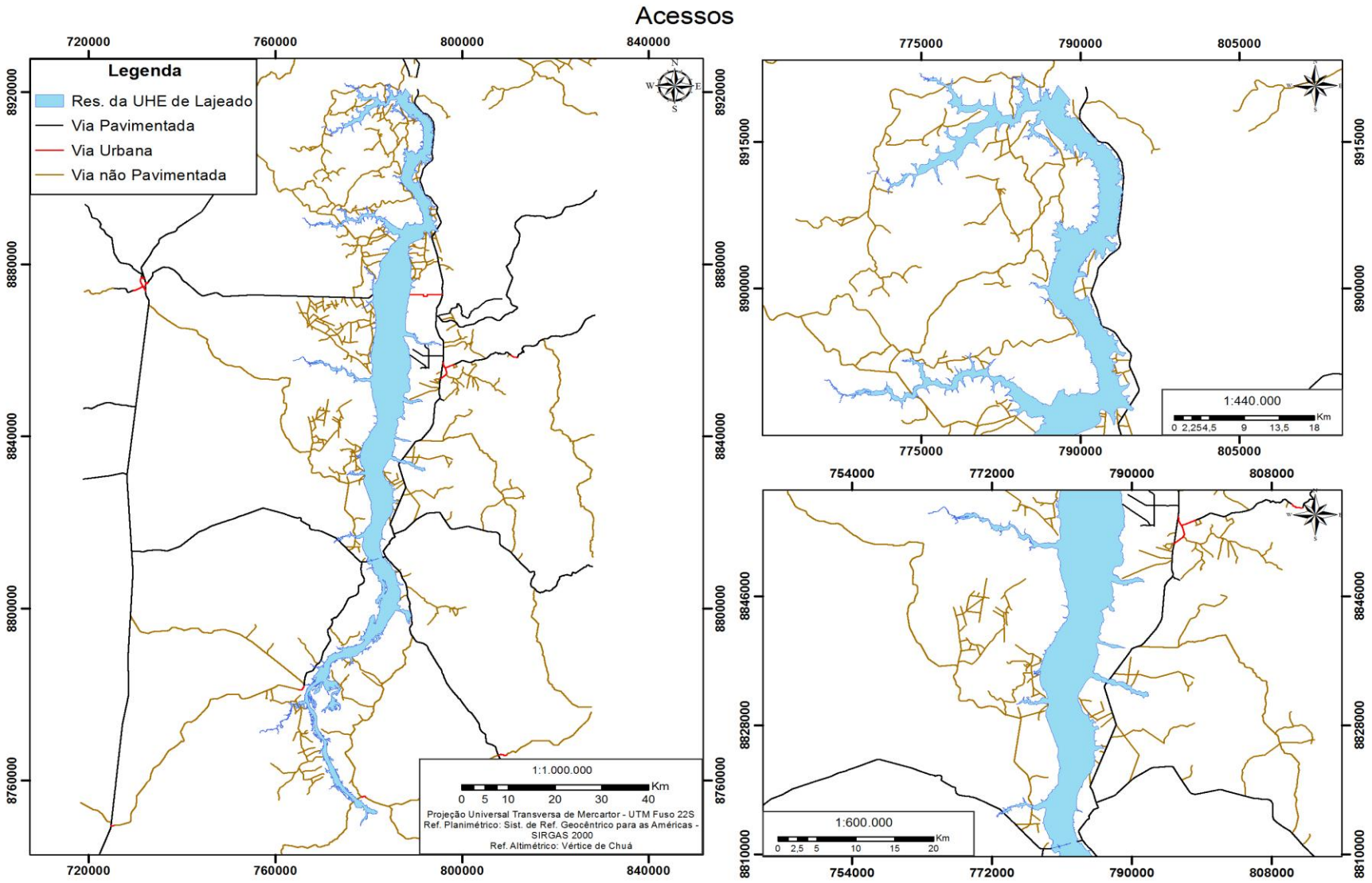

Figura 13 – Vias de Acesso

Um parâmetro essencial para o estudo das características ambientais internas de um reservatório é a zona de depleção, que são áreas que permanecem alagadas apenas no período de cheias. Durante essa época, o reservatório ocupa uma área de aproximadamente 99 mil hectares.

Entretanto, é importante considerar a dinâmica do reservatório no período seco, uma vez que é necessário uma profundidade mínima para bom desenvolvimento da aquicultura, e portanto, esta é uma variável limitante. Neste caso específico, o reservatório esvazia na época de seca, período que compreende os meses de maio a setembro (figura 14). Para este trabalho, foi utilizado o vetor da época de seca.

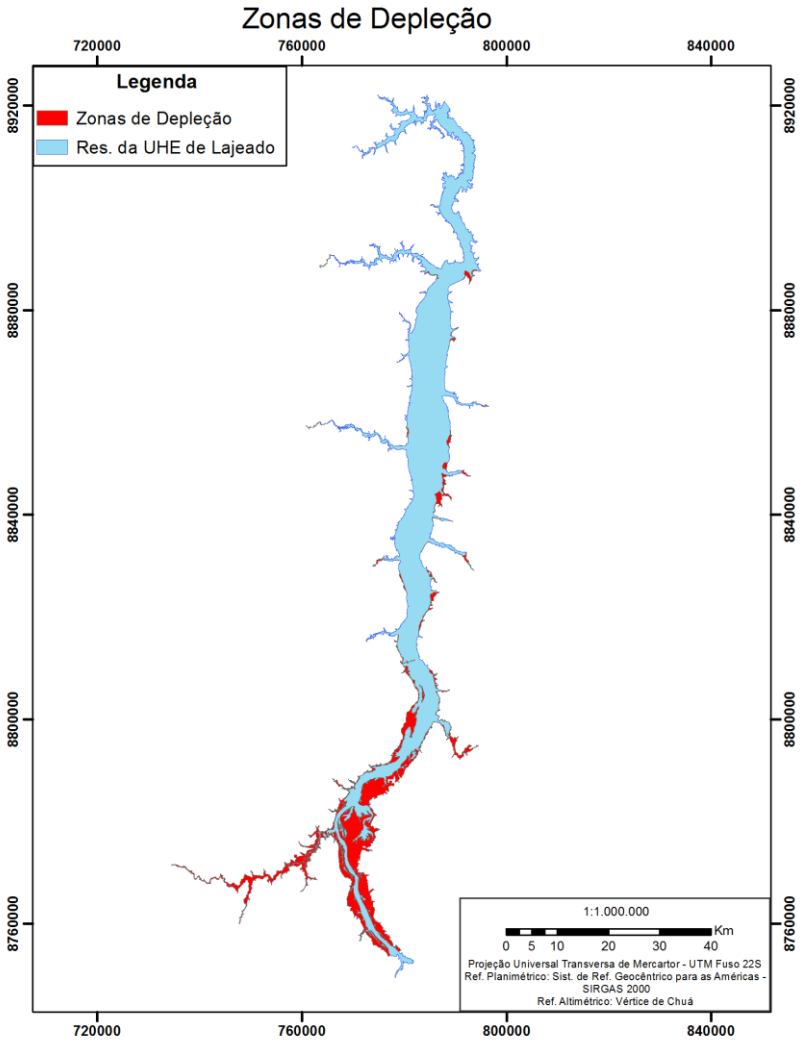

Figura 14 – Zonas de Depleção

6.4. Temperatura

A temperatura é um fator limitante, considerando que os peixes são animais exotérmicos, ou seja, a temperatura do corpo é próxima à temperatura apresentada no meio. Embora algumas espécies de peixes apresentem capacidade de adaptação à diferentes temperaturas, a maior parte destes animais apresenta faixa de conforto térmico entre 26 °C e 30 °C.

Por conhecimento empírico, temperaturas de 20 °C a 14 °C e 32 °C a 38 °C ocasionam a diminuição do consumo de ração, além de facilitarem a ocorrência de doenças. Valores abaixo ou acima destes níveis podem causar a morte dos organismos. O ideal é que as áreas apresentem variações graduais de temperatura, uma vez que quedas bruscas também podem matar os peixes.

Desta forma, diferentes processos fisiológicos dos peixes, como respiração, bioacumulação, crescimento, entre outros, são diretamente afetados pelos valores de temperatura.

A classificação mostrada na Tabela 5 foi baseada nesses conhecimentos e resultou na Figura 15, a qual demonstra que praticamente todo o reservatório possui valores ideais. A ocorrência de áreas regulares é reduzida, sendo que as áreas ruins são quase inexistentes.

6.5. Oxigênio Dissolvido

O OD é um dos parâmetros mais limitantes para a aquicultura, principalmente porque a respiração dos organismos aquáticos depende dele, além de outros fatores. De tal modo, os valores de OD não podem ser menores que 5 mg/L, sendo que na faixa de 2 mg/L, as consequências podem resultar na mortalidade dos peixes.

O OD pode ser disponibilizado por rios afluentes, se estes estiverem em condições ideais, por difusão ou por produção primária de plantas aquáticas. Já a redução dos níveis de OD podem variar em função de diversos fatores, entre os quais a própria respiração, atividades biológicas ou químicas e decomposição de matéria orgânica.

A fotossíntese merece especial atenção no período noturno, uma vez que os organismos produzem gás carbônico e absorvem oxigênio, e a densidade de organismos confinados requer grandes quantidades de OD. Considerando o exposto, a atribuição de pesos foi distribuída conforme Tabela 6.

A Figura 16 mostra que para o oxigênio dissolvido, as áreas ótimas encontram-se melhor localizadas do meio do reservatório para o norte, e sendo assim, o ideal é que as atividades sejam desenvolvidas nesses trechos, uma vez que a falta de OD é bastante prejudicial.

Entretanto, um fator positivo é que quase não há ocorrência de áreas classificadas como ruins.

6.6. Profundidade

A profundidade está diretamente relacionada com o tamanho dos tanques-rede, sendo que geralmente, a profundidade mínima média fica em torno de 4 metros.

Além disto, outro fator que influencia é que os braços do reservatório tendem a ser mais rasos, entretanto, tendem a ser mais lênticos, característica que facilita o desenvolvimento da atividade. Ambientes muito abertos, como o meio dos reservatórios, geralmente possuem correntes de água mais fortes, o que exige estruturas mais resistentes.

Pode-se afirmar que os locais mais adequados são as entradas para os braços do reservatório, os quais na maioria das vezes possuem uma boa circulação de água e não é tão fácil a ocorrência de

desestratificação, fenômeno que mistura diversas camadas d'água a partir da queda de temperatura. Este fenômeno faz com que gases nocivos que anteriormente ficavam apenas no fundo do reservatório, subam e circulem pela coluna d'água, ocasionando em casos extremos a mortalidade dos organismos aquáticos.

Para esta variável, a distribuição de pesos foi feita conforme demonstrado na Tabela 7, cuja espacialização é apresentada na Figura 17.

Dentre todas as variáveis, esta foi a que apresentou maior heterogeneidade de dados, o que de certa forma, dificulta a escolha dos locais mais adequados para desenvolvimento da aquicultura. De acordo com a classificação utilizada, os locais classificados como ótimos e bons são ideais. Entretanto, caso exista necessidade, a classe regular, embora ocorra em poucos lugares, referente aos valores de 9,0 a 15,0 metros de profundidade, também pode ser utilizada.

Assim sendo, os locais de sua ocorrência também podem ser utilizados, desde que sejam observadas as características e intensidades de correntes e tenha-se um maior cuidado quanto à resistência dos tanques-rede e demais estruturas.

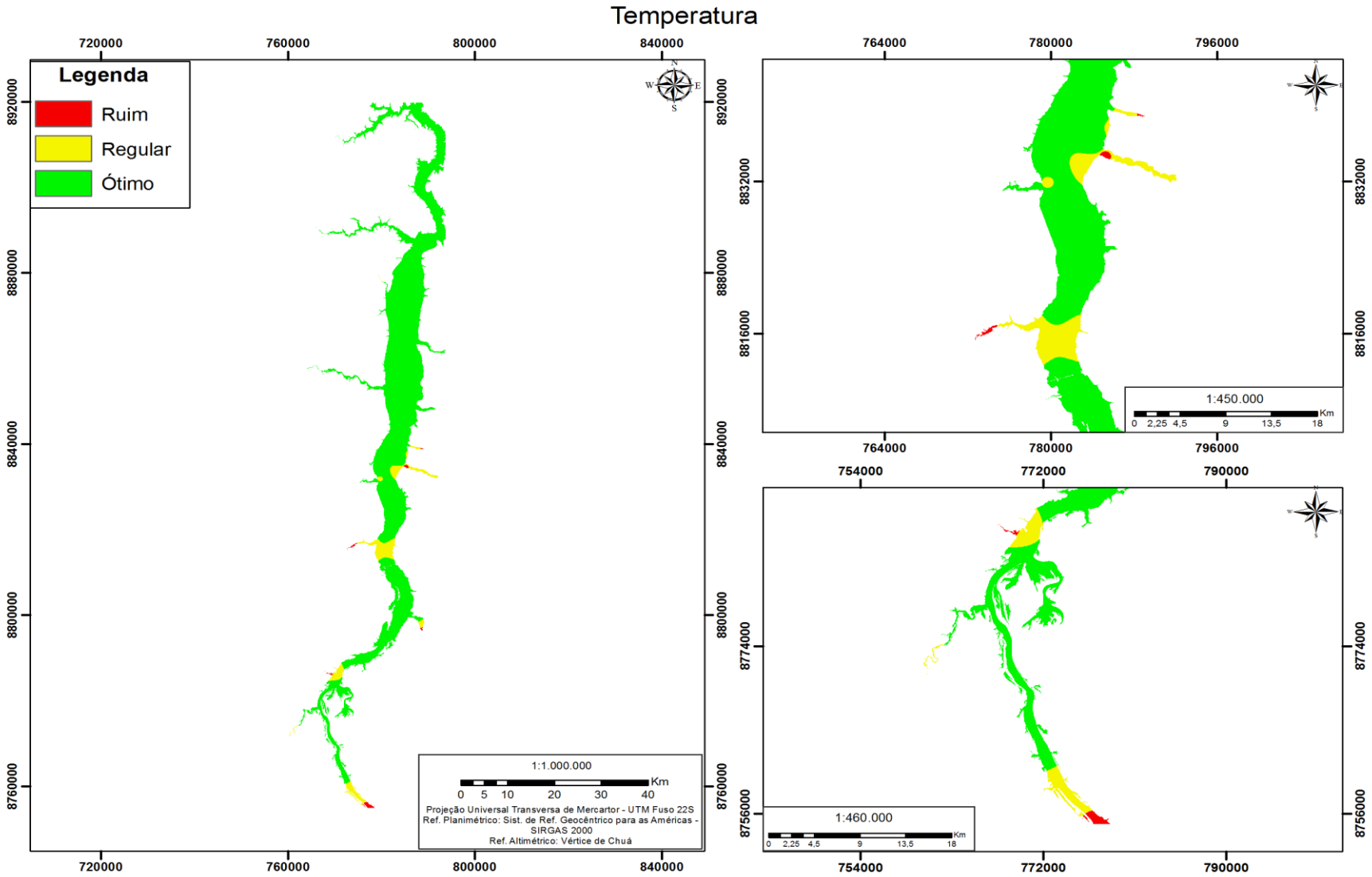

Figura 15 – Reclassificação de temperatura

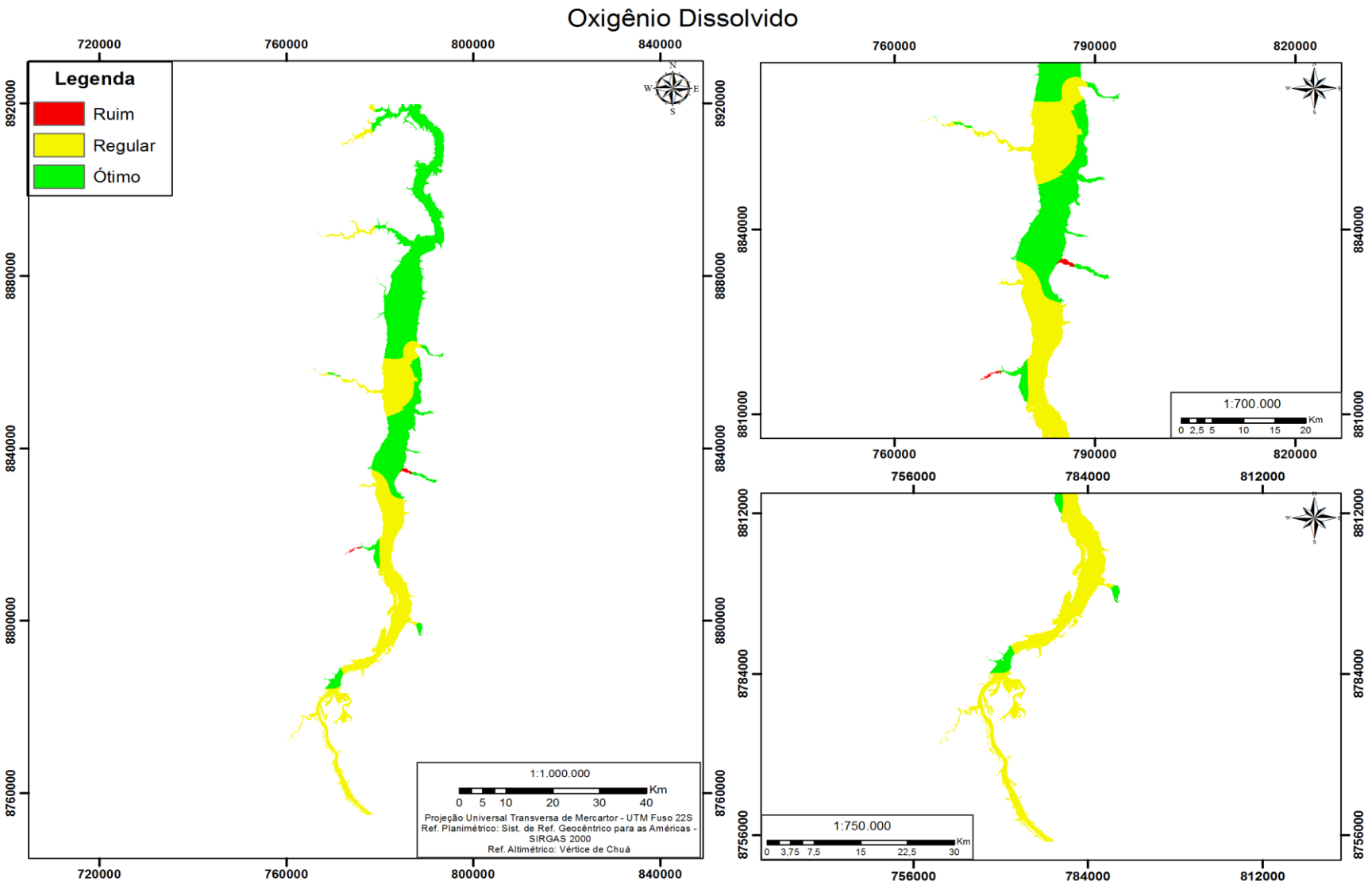

Figura 16 – Reclassificação de Oxigênio Dissolvido

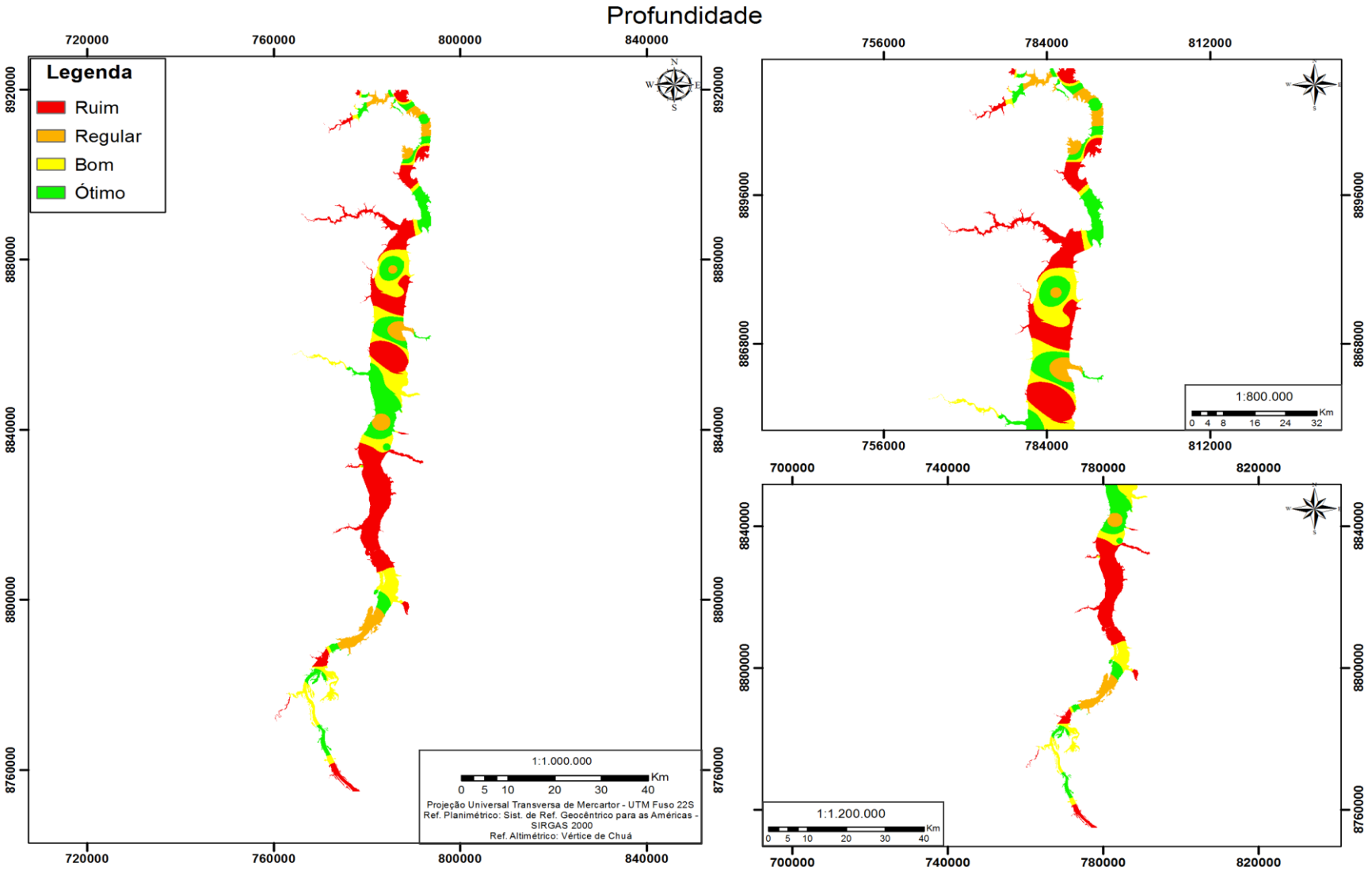

Figura 17 – Reclassificação da Profundidade

6.7. Nitrato

O nitrato em termos gerais não apresenta riscos para os peixes se estiverem dentro dos padrões estabelecidos. O mesmo é produzido a partir da decomposição de matéria orgânica, no qual o carbono é oxidado por bactérias e transformado em oxigênio e gás carbônico. Posteriormente, os compostos nitrogenados geram amônia, que uma vez oxidada, transforma-se em nitrito, para então tornar-se nitrato.

O grande problema é que este composto químico serve como fertilizante para as plantas, e isso acarreta a proliferação de algas e plantas aquáticas, que podem ocasionar a eutrofização do meio aquático.

A Resolução Conama (BRASIL, 2005) indica que os valores para serem considerados ideais devem ser de até 10 mg/L. Os valores apresentados nas amostras foram baixíssimos, entretanto, valores muito próximos de 0,0 foram classificados como menos importantes em relação aos demais valores encontrados, uma vez que a não presença deste composto também pode ser considerada prejudicial. Esta variável foi classificada conforme apresentado na Tabela 8 e resultaram na Figura 18.

Novamente, quase todo o reservatório foi considerado como ótimo para desenvolvimento das atividades. Entretanto, devem-se observar prováveis limitações, uma vez que só foi possível fazer duas classes e os valores próximos a 0 podem ser referentes à dados coletados erroneamente.

6.8. Nitrito

Ao contrário do nitrato, mesmo baixos valores deste composto químico são prejudiciais para os organismos aquáticos. A alta concentração de nitrito pode tornar o meio tóxico, afetando a alimentação e resistência à doenças, além de provocar estresse ao meio ambiente .

Em casos de valores muito elevados, há ocorrência da doença do sangue marrom, como é conhecida a hipóxia do ambiente, a qual significa baixa disponibilidade de oxigênio no meio. Sua denominação de sangue marrom porque a hemoglobina, responsável pela troca de oxigênio no organismo, deixa de funcionar, e consequentemente o sangue e as brânquias dos peixes apresentam esta coloração. Por esse motivo, esta variável foi classificada conforme demonstrado na Tabela 9.

Assim como aconteceu com o nitrato, valores muito próximos a 0,0 podem realmente ter apresentado esses valores ou podem ter sido coletados de forma errada. De qualquer maneira, a partir dos dados disponibilizados, praticamente todo o reservatório possui valores ideais para a prática de aquicultura, como mostra a Figura 19.

6.9. PH

De acordo com a Resolução Conama (BRASIL, 2005), os valores aceitáveis de pH variam de 06 a 09. Valores muito baixos ocasionam águas mais ácidas, que geralmente estão contaminadas e/ou

com alto teor orgânico, enquanto que águas mais alcalinas possuem grande quantidade de fitoplâncton e são mais propensas ao surgimento de infecções.

Na agricultura é comum utilizar cal ou calcário para controlar as variações de pH, entretanto, possivelmente pela dinâmica das ondas, ventos e correntes, esta metodologia não apresenta resultados satisfatórios nos corpos hídricos.

Novamente, as consequências das alterações destes valores provocam, dentre outros efeitos, a diminuição do apetite e atividade. A determinação dos pesos pode ser observada na Tabela 10 e os resultados na Figura 20.

Como só foi possível fazer a classificação em duas classes, já era esperado que o resultado fosse favorável para quase toda a extensão do reservatório. Desta maneira, considerando esta variável, as áreas localizadas na porção extremo sul do reservatório constituem os locais onde não devem ser instalados os parques aquícolas.

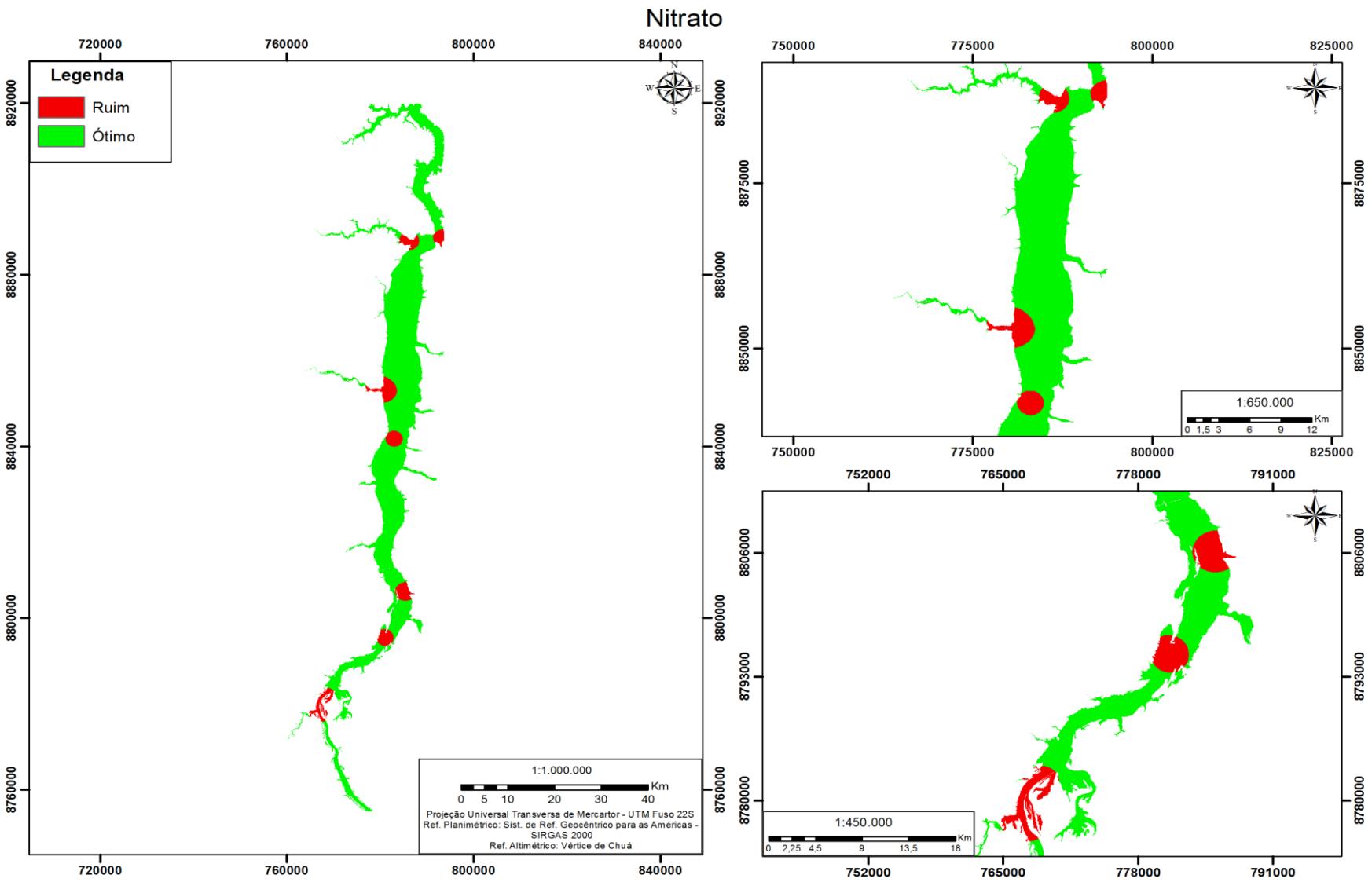

Figura 18 – Reclassificação do Nitrato

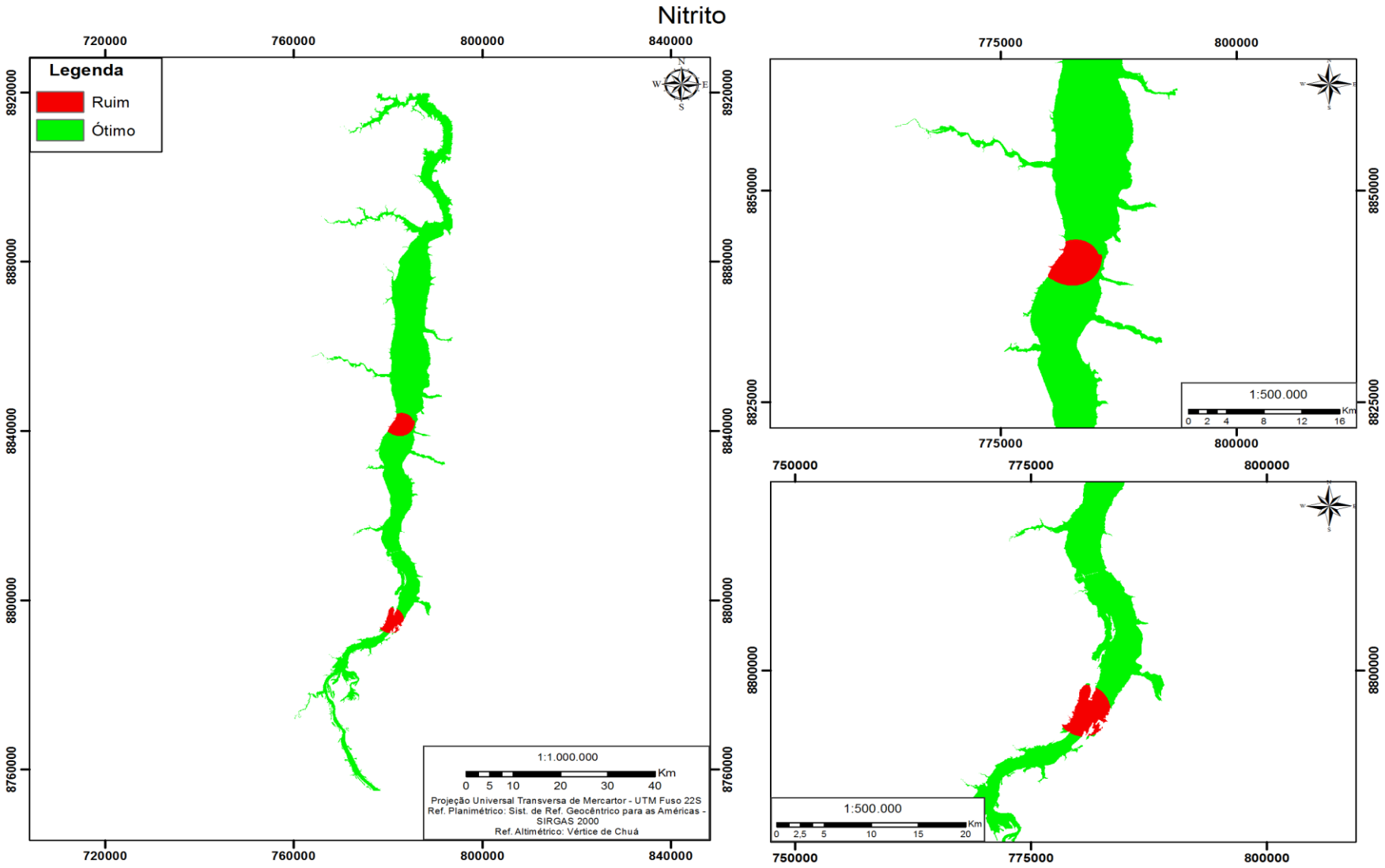

Figura 19 – Reclassificação do Nitrito

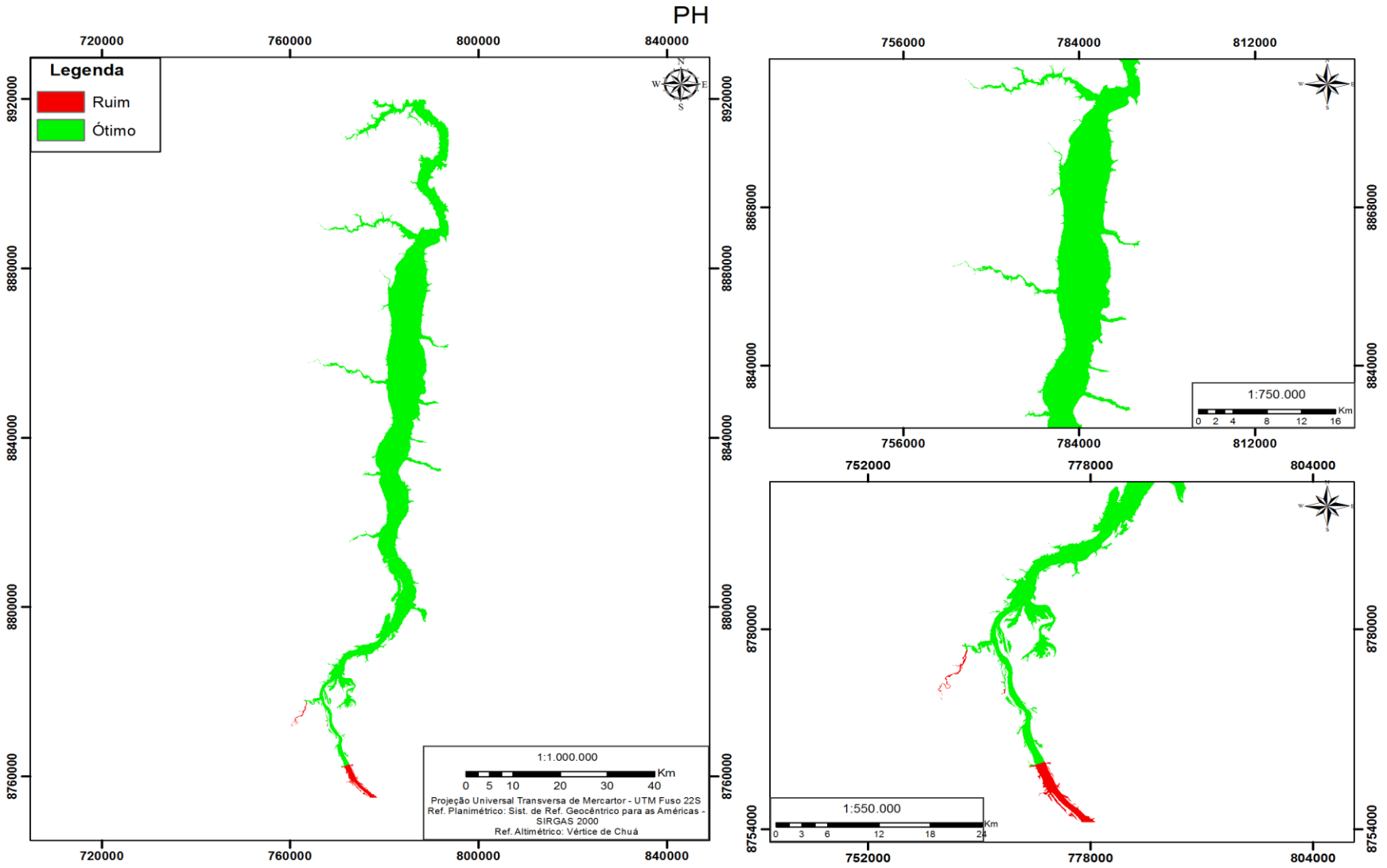

Figura 20 – Reclassificação do pH

As classes predominantes foram de áreas ótimas e boas, o que já era esperado, uma vez que quase todos os parâmetros analisados apresentaram resultados positivos.

Para os dados referentes à AID, é importante salientar o quanto o parâmetro declividade influenciou no resultado final, especialmente nas áreas classificadas como ótimas e na porção extremo nordeste do reservatório. Entretanto, também é possível observar que as áreas classificadas como boas e regulares receberam esta classificação por influência do tipo de solo predominante.

Para os parâmetros físico-químicos de água, foi possível verificar que os resultados se assemelham bastante com a reclassificação dos dados de profundidade, apesar do baixo peso atribuído. Além disso, os dados de oxigênio dissolvido exerceram boa influência para a boa classificação, considerando a porção extremo sul do reservatório.

Outro ponto que merece atenção é que para a análise multicritério realizada para os dados da AID, os melhores resultados foram apresentados do meio do reservatório para sentido sul. Ao contrário dos resultados apresentados pelos dados físico-químicos, uma vez que os melhores resultados para a análise multicritério foram do meio do reservatório para o sentido norte.

Devido a estas diferenças, as áreas favoráveis à implantação dos parques aquícolas não poderiam ser restritas à classe “ótima”, uma vez que esta classe, embora apresente os melhores dados para a AID, nem sempre apresentou os melhores acessos e os melhores dados de IQA.

Ainda, é importante implantar os parques aquícolas em áreas com águas mais lênticas, uma vez que desenvolver a atividade no centro ou nas áreas mais abertas do reservatório exigem equipamentos e tanques com estruturas mais resistentes, devido às correntezas.

Nesta perspectiva, as melhores áreas para implantação de parques aquícolas são aquelas classificadas como ótimas ou boas, como pode ser observado na Figura 21.

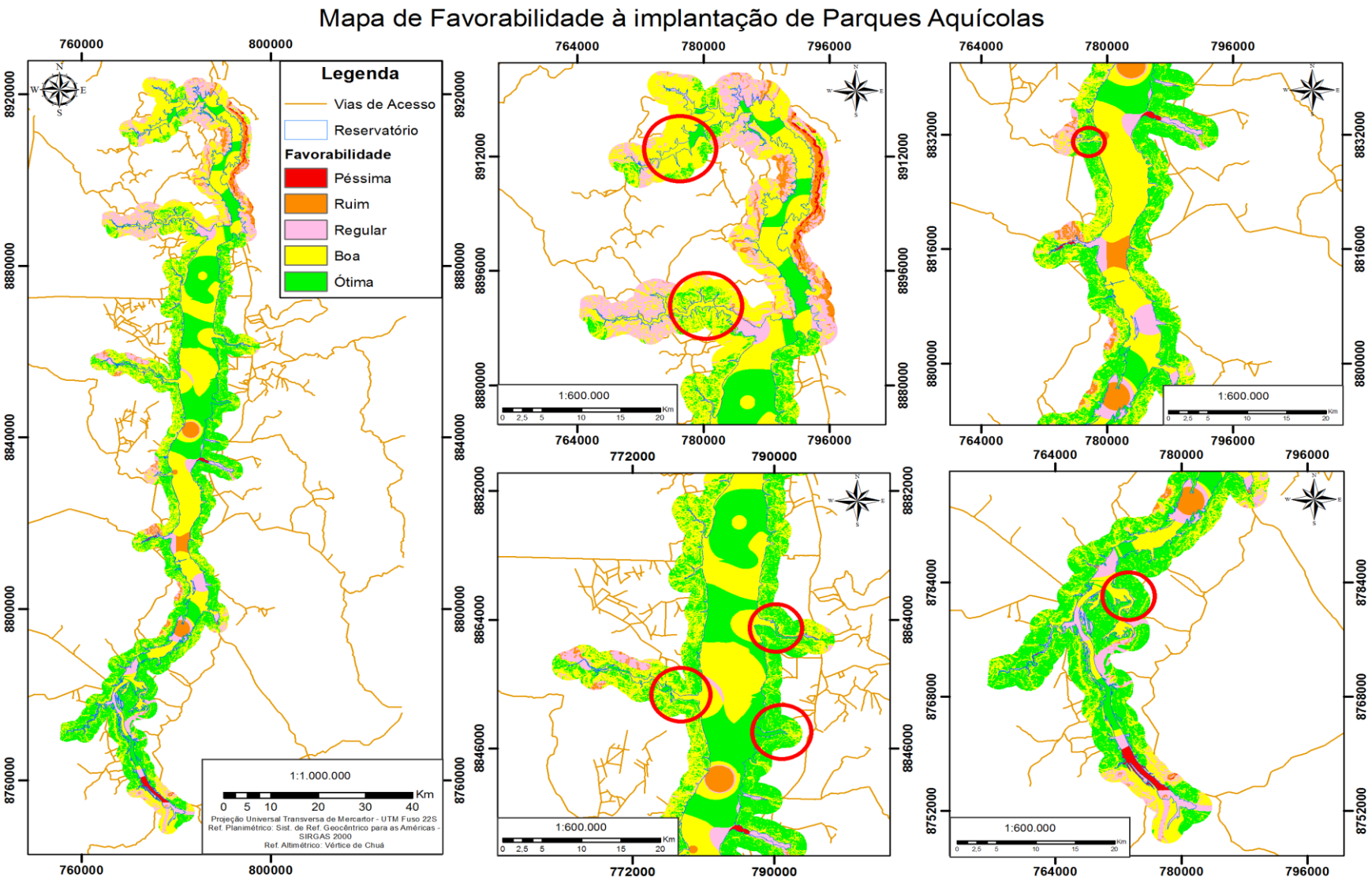

Figura 21 – Mapa de Favorabilidade à implantação de parques aquícolas

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o término do estudo, foi possível perceber a importância de se utilizar técnicas de geoprocessamento e o SIG para gestão do meio ambiente, sendo que o diferencial é a possibilidade de visualização dos resultados de cruzamentos ou de situações hipotéticas.

A determinação dos pesos dos atributos das variáveis por meio do método Analytic Hierarchy Process (AHP), e determinação dos pesos para as variáveis com implementação por meio da ferramenta *Weighted Overlay,* provou ser uma metodologia que esclarece as diferenças entre os parâmetros e prioriza as opções, facilitando o cruzamento de informações. Já a análise multicritério permitiu a identificação da potencialidade e aptidão das áreas frente ao objetivo final, tornando-se uma excelente opção para a tomada de decisões.

Ainda, o mais importante é que a metodologia utilizada permite aos usuários certa autonomia na caracterização do ambiente, mas ao mesmo tempo, aumenta a responsabilidade do tomador de decisão, uma vez que, embora alguns parâmetros sejam classificados com base em documentos, muitos deles são classificados com base no conhecimento empírico.

Isso significa que é necessário ter consciência da dinâmica do meio ambiente e sua influência sobre o objetivo final, além de ser necessário que a pessoa que está aplicando a metodologia seja íntegra, uma vez que a classificação, por vezes, é subjetiva e os resultados podem ser tendenciosos ou manipulados para favorecer outros interesses.

O resultado final demonstrou que, após cruzamento dos dados de AID com IQA, praticamente todo o reservatório está apto para o desenvolvimento das atividades de aquicultura. Como dito anteriormente, as áreas classificadas como ótimas e boas são mais numerosas que as outras classes, sendo que a ocorrência de áreas ruins ou péssimas são pontuais, ocupando a porção do extremo sul e extremo nordeste. Ainda, o acesso ao longo do reservatório é facilitado pelas diversas vias existentes.

Isto demonstra que o zoneamento ambiental realizado foi satisfatório para implantação dos parques aquícolas e o objetivo do trabalho foi alcançado.

Entretanto, é necessário que as empresas que fazem o levantamento de dados realizem essa atividade de forma mais completa e rigorosa, para que os produtos finais possam traduzir de forma mais fidedigna quais áreas estão mais aptas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura.

Levando em consideração que mais parâmetros poderiam ser avaliados se houvesse a disponibilidade de dados, este estudo pode servir de base para projetos futuros que necessitem da avaliação e determinação de áreas favoráveis ou desfavoráveis para o desenvolvimento de determinada atividade, sendo que os resultados são satisfatórios para a tomada de decisão pelos gestores ambientais.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARONE, R. S. C. **Seleção de áreas previamente favoráveis para a piscicultura em tanques-rede nos reservatórios de Itá e Machadinho.** 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

BEZERRA, T. R. Q.; DUARTE, C. C.; DOMINGUES, E. C.; HAMILTON, S.; CAVALLI, R. O. Uso de sistemas de informação geográfica na definição de áreas propícias para a piscicultura marinha. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 2011. Disponível em: < http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1273.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2013.

BOAS, C. L. de. V. **Método Multicritérios de Análise de Decisão (MMAD) para as Decisões Relacionadas ao Uso Múltiplo de Reservatórios: Analytic Hierarchy Process (AHP)**. 2005. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/simposio/go/METODO%20MULTICRITERIOS%20DE%20ANALISE%20DE%20DECISAO%20(MMAD)%20PARA%20AS%20DECISOES%20RELACIONADAS%20AO%20USO%20MULTIPLO%20.pdf> Acesso em: 23 nov. 2013.

BRASIL. Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. **Casa Civil**. 2002. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm>. Acesso em: 16 nov. 2013.

BRASIL. Instrução Normativa Interministerial nº 06 de maio de 2004. Estabelece as normas complementares para a autorização de uso dos espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para fins de aqüicultura, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 09 abr. 2001. Disponível em: < http://www.crmvgo.org.br/legislacao/2_AQUICULTURA/040531_IN_inter_06.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2013.

BRASIL. Misnistério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> Acesso em: 30 nov. 2013.

BRASIL. Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca. **Casa Civil**. (2009a). Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Lei/L11959.htm>. Acesso em: 09 nov. 2013.

BRASIL. Portaria nº 04, de 19 de março de 2009. Estabelece normas gerais para o exercício da pesca amadora em todo território nacional, inclusive competição e cadastros de entidades de pesca amadora junto ao IBAMA. **Diário Oficial da União**. (2009b). Brasília, 23 fev. 2009, p. 76-77. Disponível em: < http://www.ibama.gov.br/category/40?download=2481%3Ap-_-4_2009_p-.p >. Acesso em: Acesso em: 09 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Edital de Licitação – Pregão para registro de preços nº PE – 041/2009.** (2009c). Brasília, 2009. 100 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Geração de emprego e renda**. (2011a). Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/aquiculturampa/informacoes/emprego-e-renda>. Acesso em: 09 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Significado do Termo Águas da União**. (2011b). Disponível em: < http://www.mpa.gov.br/index.php/aquiculturampa/aguas-da-uniao/o-que-e>. Acesso em: 09 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Pesca Artesanal**. (2011c). Disponível em: < http://www.mpa.gov.br/index.php/pescampa/artesanal>. Acesso em: 09 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Pesca Industrial**. (2011d). Disponível em: < http://www.mpa.gov.br/index.php/pescampa/artesanal>. Acesso em: 09 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **O que é aquicultura**. (2011e). Disponível em: < http://www.mpa.gov.br/index.php/aquiculturampa/informacoes/o-que-e>. Acesso em: 09 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **O que é um Parque Aquícola**. (2011f). Disponível em: < http://www.mpa.gov.br/aquiculturampa/aguas-da-uniao/parques-aquicolas/o-que-e>. Acesso em: 09 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011**. (2011g). Brasília, 2011. 60 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção - Participação da aquicultura no setor pesqueiro nacional**. (2011h). Disponível em: < http://www.mpa.gov.br/aquiculturampa/informacoes/producao>. Acesso em: 16 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Cessão de área nos parques aquícolas**. (2011i). Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/aquiculturampa/aguas-da-uniao/parques-aquicolas/cessao-de-areas>. Acesso em: 16 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Procedimentos para autorização de uso das Águas da União.** (2011j). Disponível em: < http://www.mpa.gov.br/aquiculturampa/aguas-da-uniao/autorizacao-de-uso>. Acesso em: 16 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **MPA**. (2013a). Disponível em: < http://www.mpa.gov.br/index.php/ministeriompa/historico1>. Acesso em: 09 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Consumo de pescado no Brasil aumenta 23,7% em dois anos**. (2013b). Disponível em: < http://www.mpa.gov.br/index.php/imprensa/noticias/2226-consumo-de-pescado-no-brasil-aumenta-237-em-dois-anos>. Acesso em: 16 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Concorrência 2013**. (2013c). Disponível em: < http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Licitacoes_e_Convenios/Licitacoes_arquivos/2013/concorrencia/edital/CO-28-2013-edital.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2013.

CABRAL, A. V. **Análise multicritério em sistemas de informação geográfica para a localização de aterros sanitários.** O caso da região sul da ilha de Santiago, Cabo Verde. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade de Nova Lisboa, Lisboa, 2012.

FAO. **El estado mundial de La pesca y La aquicultura 2012**. Roma, 2012. 231 p.

CODEVASF, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **Manual de Criação de peixes em Tanques-Rede**. 2. ed. Brasília. 2013. 68 p.

FRANCELINO, M. R. **Introdução ao Geoprocessamento**. 2003. Disponível em: < http://correio.fdvmg.edu.br/downloads/SemanaAcademica2007/MC05_SIG/INTRODU%C7%C3O_GEOPROCESSAMENTO.pdf >. Acesso em: 16 nov. 2013.

FRANCISCO, C. E. S.; COELHO, R. M.; TORRES, R. B.; ADAMI, S. F. Espacialização de análise multicriterial em SIG: prioridades para recuperação de Áreas de Preservação Permanente**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Florianópolis, Brasil, 2007. Disponível em: < http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.18.13.55/doc/26432650.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2013.

FREITAS, M. I. C. s.d. **Análise em SIG Multicritério**. 2013. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/isabel/geopr_prog_engamb/Aula13_ea/multicriterio.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2013.

INMET. **Gráficos climatológicos**. 2013a. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/html/clima/graficos/plotGraf.php?chklist=4%2C&capita=palmas%2C&peri=99%2C&per6190=99&palmas=27&tempmed=4&Enviar=Visualizar>. Acesso em: 16 nov. 2013.

INMET. **Gráficos climatológicos**. 2013b. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/html/clima/graficos/plotGraf.php?chklist=2%2C&capita=palmas%2C&peri=99%2C&per6190=99&precipitacao=2&palmas=27&Enviar=Visualizar>. Acesso em: 16 nov. 2013.

INVESTCO. **Nossa História – Linha do Tempo.** 2012. Disponível em: < http://www.edp.com.br/geracao-renovaveis/geracao/tocantins/investco/empresa/nossa-historia/Paginas/default.aspx >. Acesso em: 23 nov. 2013.

LIMA, P. H. P.; JUSTINA, D. D. D.; LIMA, L. E. P; PRUDENTE, V. H. R.; SOUZA, C. H. W.; MERCANTE, E. Identificação de áreas aptas à implantação de irrigação por pivô central no município de Unaí-MG utilizando ferramental do SIG. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013. Disponível em: < http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0316.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2013.

MAIA, M. L.; PEIXOTO, J. V. B. **O uso do SIG no licenciamento ambiental das propriedades rurais do DF**. 2007. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geoprocessamento), Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MANGA, C.; DIAS, C.; CAMILLO, S. **Saúde: Renda-se aos benefícios de consumir peixes e frutos do mar.** s.d. Disponível em: < http://www.podcultura.com.br/renda-se-aos-beneficios-de-consumir-peixes-e-frutos-do-mar.108.4802 >. Acesso em: 09 nov. 2013.

NOBRE, A. S. P. **Sistema de Informação Geográfica de Meteorologia r Oceanografia para Apoio Operacional**. 2009. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Sistemas de Informação Geográfica), Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação, Universidade Nova de Lisboa, 2009.

NEOCORP, Consultoria Ltda. **Produto 1**. Relatório Técnico. Porto alegre, 2011.

NETO, A. S.; RUGGIERO, S. Utilização da Análise Multicritério para seleção de métodos de custeio: Enfoque em empresas industriais ambientadas no sistema de produção enxuta. **Anais XVIII Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP,** Bauru, SP, Brasil, 2011. Disponível em: < https://univille-br.academia.edu/ArnoldoSchmidtNeto/Papers>. Acesso em: 23 nov. 2013.

PORATH, P. Uso de Análise Multicritério para Identificação de Áreas Potenciais para Construção de Marinas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental,** v. 2, n. 2, p. 3 – 26, Florianópolis, 2, Out. 2013. Disponível em:

<http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/1674>. Acesso em: 23 nov. 2013.

PORTAL PEIXE. 2012. Disponível em: < http://www.portaldopeixe.com/2012/10/11/empresa-fabricante-de-tanque-rede-com-15-anos-de-experiencia-no-brasil/>. Acesso em: 23 nov. 2013.

ROCHA, L.; NOVAIS, G. T. Mapeamento pluviométrico da mesorregião do triângulo mineiro/Alto Paranaíba – MG. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, V. 2, N. 5, p. 1352 – 1363, 2012. Disponível em:
<http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_(MAPEAMENTO%20PLUVIOM%C3%89TRICO%20DA%20MESORREGI%C3%83O%20DO%20TRI%C3%82NGULO%20MINEIROALTO%20PARANA%C3%8DBA%20%E2%80%93%20MG).pdf>. Acesso em: 30 nov. 2013.

SAMPAIO, M. S.; ALVES, M. C.; CARVALHO, L.G.; SANCHES, L. Uso de Sistema de Informação Geográfica para comparar a classificação climática de Koppen-Geiger e de Thornthwaite. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 2011. Disponível em: < http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0988.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2013.

SEAP, Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca. **Mais Pesca e Aqüicultura – Plano de Desenvolvimento Sustentável: uma rede de ações para o desenvolvimento do setor.** Brasília, 2008. 24 p.

SEBRAE. **Diferenças entre pesca extrativista, aquicultura e piscicultura**. 2008. Disponível em: < http://www.sebrae.com.br/setor/aquicultura-e-pesca/o-setor/producao/bia-139.5/BIA_1395 >. Acesso em: 16 nov. 2013.

SILVA, A. D. da; PINHEIRO, E. da S. A problemática dos resíduos sólidos urbanos em Tefé, Amazonas. **Revista Sociedade e Natureza** (Online), Uberlândia , v. 22, n. 2, Aug. 2010 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198245132010000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 out. 2013.

SEPLAN, 2013. Base Vetorial. Disponível em: < http://www.seplan.to.gov.br/Portal/governo/geo/bases-vetoriais#collapse0. Acesso em: 16 nov. 2013.

TOPODATA. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2011. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 16 nov. 2013.

VASCONCELOS, V. V. **Frentes agrícolas de irrigação e zoneamento ecológico-econômico.** Estudo de caso da bacia de Entre-Ribeiros – noroeste de Minas Gerais. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Pontifícia Universidade Católica de Minas, Belo Horizonte, 2010.