Estruturação do banco de dados e caracterização básica do município de Itaqui, RS, Brasil, para fins de seu Zoneamento Ecológico-Econômico

Sidnei Luís Bohn Gass [1]
Dieison Morozoli da Silva [1]
Eloir Missio [1]
Dalvana Lopes Ribeiro [1]

[1] Universidade Federal do Pampa - Unipampa
R. Luís Joaquim de Sá Brito, sn, Bairro Promorar, 97650-000, Itaqui, RS, Brasil
sidneigass@unipampa.edu.br
dieison.ufp@gmail.com
eloirmissio@unipampa.edu.br
lopesribeirodalvana20@gmail.com

Abstract. The EEZ, established by the National Environmental Policy, is an important means of structuring the information about an geographical area. He is able to relate the inherent aspects of the local environment, economic activities, and the connection between them. One of the tools that allows the definition of zoning is the GIS, because it provides results of different crossings, allowing the identification of strengths and weaknesses in different areas. Our objectives with this study: 1) describe the structure of the database that will subsidize the EEZ of the municipality of Itaqui, and 2) provide an initial characterization of the municipality, based on the use of GIS. Was defined the QGIS 2.4 as the work software for this project. Subsequently was structured a database with the necessary layers for the EEZ realization. We chose to work with public data and its complementation by field surveys and the satellite imagery processing. Were identified in Itaqui 8 of the 13 soil classes that comprise the Brazilian System of Soil Classification. From these, 4 classes occupy 91.27% of the territory, being the most important in terms of land use. The relief shows over 90% of land with slopes less than 8%. The greater extent of surface is used for grazing of native pastures with cattle, however many of these areas are cultivated with rice and then a few years back to be used with native grass. Can conclude that the structure made from freely accessible data, meet the needs as infrastructure data for the EEZ. The use of GIS, associated with field campaigns and collection of new data, will enhance the process of planning and land management.

Palavras-chave: ecological economic zoning, GIS, land use, zoneamento ecológico econômico, SIG, uso do solo.

1. Introdução

Em 1981, é instituída no Brasil a Política Nacional do Meio Ambiente, através da Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (Brasil, 1981). No seu Art. 9º, a lei estabelece os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, dos quais é de interesse para o presente trabalho o instrumento que consta do inciso II: o Zoneamento Ambiental. Somente 21 anos após a aprovação da lei, é regulamentado o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE, através do Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002 (Brasil, 2002).

O Zoneamento Ecológico Econômico é uma importante modalidade de estruturação das informações inerentes a um determinado espaço geográfico. Por sua essência, é capaz de relacionar os aspectos inerentes ao ambiente local, as atividades econômicas exercidas na região, bem como a conexão entre ambos.

Por isso, de acordo com MMA/SDS (2001) o ZEE deverá funcionar como um sistema de informação ambiental e de avaliação de alternativas, servindo como base de articulação às inúmeras ações públicas e privadas que participam da reestruturação do território. Neste sentido, pelo seu caráter multidisciplinar ele funciona como um instrumento para planejar ações integradas, tornando-se fonte de informações georreferenciadas e de propostas de diretrizes espacializadas para o planejamento futuro.

No âmbito municipal, segundo Pires, et al. (2000) a compreensão da dinâmica dos componentes sistêmicos, estruturais e funcionais decorrentes do uso da terra geralmente não é

considerada, em função da carência ou ausência de estudos relacionados ao meio ambiente, que apresentem e caracterizem o município.

Entretanto, nos últimos anos a utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tornaram-se essenciais para as atividades relacionadas ao planejamento ambiental, em tarefas associadas com a simulação do espaço geográfico e seus processos naturais, na integração das informações espaciais e na produção cartográfica, com importantes subsídios aos tomadores de decisão.

Os SIGs, de acordo com Moraes-Filho, et all. (2014, p. 24), podem ser definidos como um conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, consultar, transformar e apresentar dados geográficos para atender às necessidades de determinada aplicação. O SIG permite visualizar, compreender, questionar e interpretar dados de muitas formas, as quais revelam relações, padrões e tendências dos fenômenos geográficos na forma de mapas, relatórios e gráficos.

A utilização de SIGs, ganha cada vez mais espaço nas mais diversas aplicações. Tal crescimento se deve a disponibilidade de ferramentas de processamento variadas, como demonstrado por Câmara et al. (2004), devido a disponibilidade de sistemas de baixo custo e com interfaces amigáveis, facilitando assim o seu manuseio. Uma vez que se disponha de uma base geográfica e um banco de dados, o SIG é capaz de apresentar um mapa colorido permitindo a visualização do padrão espacial do fenômeno (Câmara et al. (2004). Também é importante destacar a versatilidade destes sistemas. A utilização de SIGs facilita a integração de dados coletados de fontes heterogêneas, de forma transparente ao usuário final Câmra et al. (1996, p. 21).

Os dados de um SIG são geralmente organizados sob a forma de um banco de dados geográficos Câmra et al. (1996, p. 23). Os bancos de dados, por sua vez, em um SIG, contam com a representação espacializada dos dados que o compõem. A versatilidade destes sistemas permite não apenas a consulta aos dados como também a visualização do comportamento de um dado de uma base de informações, incluindo a realização de operações lógicas com as mesmas, permitindo sua utilização para novos planejamentos.

Das diversas aplicações de um SIG, associadas à gestão dos dados espaciais, vale destacar a sua relevância para a representação dos mais diversificados usos da terra. Estas representações não se restringem às espécies cultivadas, mas apresentam também todas aquelas atividades que de alguma forma contribuem para o planejamento das estratégias de gestão do território de um determinado município.

Como mencionado por Andere e Jorge (2009, p. 2270), o ZEE divide o território em zonas, de acordo com as necessidades de proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais e do desenvolvimento sustentável. Neste sentido, uma das ferramentas que permite a definição destas zonas é o SIG que, desde que haja um conjunto estruturado e hierarquizado de dados, apresentará resultados de diferentes cruzamentos permitindo a identificação de potencialidades e fraquezas dos diferentes espaços do território em questão.

O município, mesmo que represente a célula da gestão territorial no Brasil, como dito por Bineli, et all. (2007, p. 5121), nem sempre possui ferramentas eficientes que possibilitem a apropriação do conhecimento necessário para a real solução de seus problemas e adequada gestão do seu espaço territorial. Em municípios pequenos, esta situação é ainda mais crítica, em especial quando se trata do uso do potencial do SIG para a gestão, visto que na grande maioria dos casos dos quais se tem registro, o uso deste ferramental se dá em autarquias, empresas públicas e prefeituras de municípios de médio e grande porte, pela justificativa de que a sua implantação é de custo muito elevado.

A partir destes pressupostos, estabeleceram-se como objetivos do presente trabalho: 1) descrever a estruturação do banco de dados que subsidiará o Zoneamento Ecológico-Econômico do município de Itaqui, RS e, 2) apresentar uma caracterização básica inicial do município em questão, alicerçada no uso de Sistemas de Informação Geográfica.

2. Localização do município de Itaqui

O município de Itaqui localiza-se na região oeste do Rio Grande do Sul (figura 1), junto à fronteira com a Argentina. Sua área é de aproximadamente 3.184 Km², conforme definido a partir da sua delimitação em escala 1:50.000 pelos autores do presente trabalho, e conta com uma população estimada de 39.129 habitantes, de acordo com a base de dados Cidades@ do IBGE.

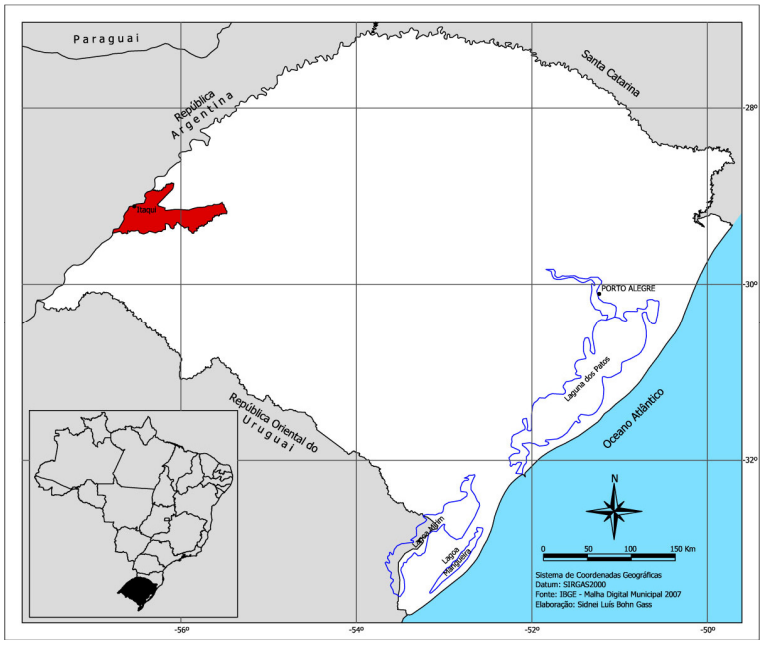


Figura 1: Localização do município de Itaqui, RS

3. Materiais e métodos

Para compor o banco de dados que atenda as necessidades do ZEE do município de Itaqui, RS, selecionou-se inicialmente o software a ser utilizado. Optou-se em trabalhar com o QGIS, na sua versão 2.4 (Chugiak), por ser uma ferramenta livre e que tem apresentado bons resultados neste segmento, em especial quando se trata da interoperabilidade com outros softwares amplamente difundidos no mercado das geotecnologias.

Com o intuito de permitir o uso dos dados em outras plataformas, optou-se em executar processamentos que levem a produtos finais que estejam estruturados a partir de dados em formato *shape*, quando forem vetoriais, e *GeoTIFF*, quando forem matriciais. Desta forma, os dados poderão ser abertos e utilizados em qualquer SIG disponível no mercado.

A seleção de dados utilizados na estruturação do banco de dados partiu igualmente da opção pela seleção inicial de dados disponíveis de forma gratuita e que tenham relação com instituições oficiais que trabalham com determinadas áreas do conhecimento. Esta decisão está referendada na questão do custo de implementação de um SIG em pequenos municípios, como já mencionado anteriormente. Neste sentido, a tabela 1 apresenta as informações referentes aos dados utilizados para o banco de dados do ZEE do município de Itaqui.

Após a coleta, os dados foram organizados em uma estrutura de pastas, tendo como raiz *"\zee_itaqui\...\"* que permitirá a realização de cada um dos processamentos a serem realizados, bem como o cruzamento dos dados e a geração de novas informações sobre o espaço territorial do município de Itaqui, RS. A inclusão de novos dados, na estrutura proposta, é facilitada pela simples criação de uma nova pasta para armazenamento dentro do conjunto de trabalho.

Tabela 1. Instituições responsáveis pela produção, ano de referência e escala original dos produtos cartográficos utilizados como bases para o banco de dados do ZEE do município de Itaqui, RS.

Dado	Instituição responsável	Ano de referência	Escala Resolução Espacial
Folhas da carta topográfica que recobrem o município de Itaqui	1ª DL/DSG/EB[1]	1975	1:50.000
Rede hidrográfica e sistema viário	Geop. / Ecol. / UFRGS[2]	1975	1:50.000
Cobertura e uso da terra	IBGE	2009	1:100.000
Solos[4]	CPRM	1973 atualizado	1:750.000
Imagens orbitais Landsat 8	USGS/EROS	2013 e 2014	30 m
SRTM (declividade, modelo digital de elevação, relevo sombreado)	INPE / DSR[3]	2003	30 m
Geodiversidade	CPRM[5]	2010	1:750.000
Geologia		2006	1:750.000
Hidrogeologia		Não informada	Não informada
Produtividade dos aquíferos		Não informada	Não informada
Macrozonas ambientais		2000	Não informada

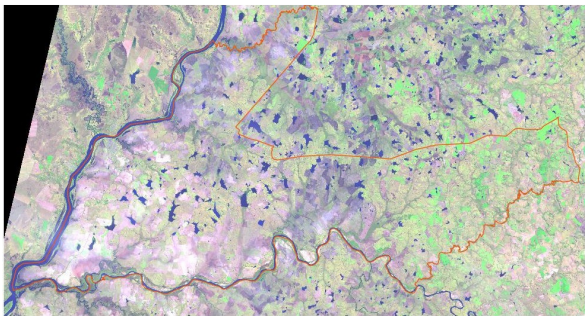
1 – Disponíveis para download no BDGEx, em http://www.geoportal.eb.mil.br/mediador/ **2 –** Recorte a partir da vetorização dos dados das folhas da carta topográfica em escala 1:50.000 elaboradas pela 1ª DL/DSG/EB (Hasenack e Weber, 2010). **3 –** Os dados SRTM utilizados foram adquiridos do projeto Topodata (Valeriano, 2008). **4 –** Dados utilizados pela CPRM para a elaboração do estudo da Geodiversidade do Estado do RS (Viero e Silva, 2010). **5 –** A partir do banco de dados do projeto Geodiversidade do Estado do RS.

Os dados vetoriais mencionados na tabela 1 são de diferentes escalas e seus arquivos originais recobrem o estado do Rio Grande do Sul como um todo. Assim, o primeiro passo foi fazer a definição do limite administrativo do município de Itaqui. Este limite foi gerado a partir dos dados de hidrografia e sistema viário em escala 1:50.000, com o intuito de se obter um polígono com a maior quantidade de detalhes possíveis, considerando os dados disponíveis para o trabalho em questão. O resultado final foi comparado com o limite da malha municipal digital do IBGE e com imagens de satélite para verificação.

Com o novo polígono do limite disponível, procedeu-se com o recorte das camadas vetoriais a partir da ferramenta *"vetor – geoprocessar – cortar"*, estruturando assim os dados para o território municipal de Itaqui. Para os dados SRTM, que são matriciais, foram necessários dois procedimentos, uma vez que estas imagens são disponibilizadas pelo projeto Topodata, de acordo com a cobertura da carta topográfica em escala 1:250.000 que, no caso do município de Itaqui, abrange três folhas. Assim, primeiramente foi necessário fazer o mosaico com os três arquivos de imagem, através da ferramenta *"raster – miscelânea – mosaico"* e posteriormente fazer o recorte para o território municipal com a ferramenta *"raster – extração – cortador"*.

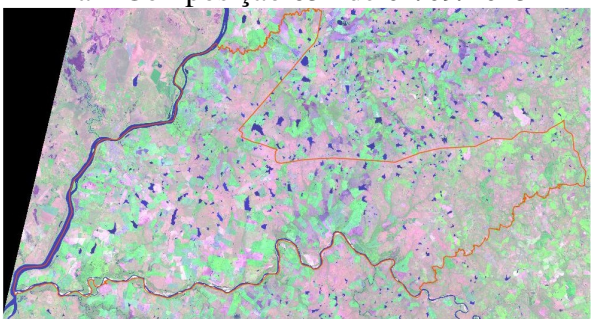
As imagens do satélite Landsat 8, instrumento OLI/TIRS, passaram apenas pelo recorte para o território municipal, uma vez que só está sendo utilizada uma cena. Contudo, este procedimento precisou ser repetido para cada uma das bandas que serão utilizadas nos processamentos. Para fins de visualização e manipulação foram realizadas diversas composições coloridas através da ferramenta *"raster – miscelânea – mosaico – camadas acumuladas"*.

Tendo em vista a complexidade envolvida no processamento da cobertura e uso do solo, estão sendo utilizadas imagens de três datas distintas (04/09/2013, 07/11/2013 e 11/02/2014), para que seja possível refinar da melhor maneira possível os dados (figura 2). Estão sendo utilizados como parâmetro comparativo os dados de cobertura e uso da terra gerados pelo IBGE, compatíveis com a escala 1:100.000. Contudo, será ainda necessária uma campanha de campo para verificação dos resultados obtidos.



2a – Composição 654 de 04/09/2013

2b – Composição 654 de 07/11/2013



2c – Composição 654 de 11/02/2014

Figura 2: Composições coloridas das imagens do satélite Landsat 8

Com a estruturação dos dados é possível iniciar a etapa de cruzamento das informações. Para esta etapa os dados disponíveis precisam ser analisados separadamente com o intuito de estabelecer qual o peso que estes terão sob o ponto de vista da definição de zonas homogêneas no território total do município em questão. Os resultados preliminares obtidos serão apresentados no item resultados e discussões.

4. Resultados e discussões

A partir da estruturação do banco de dados para o ZEE do município de Itaqui, é possível apresentar um conjunto de características iniciais do território em estudo, que darão suporte às demais atividades a serem desenvolvidas. Assim, serão considerados neste momento os dados referentes à classificação de solos (tabela 2), declividade (tabela 3) e cobertura e uso da terra (tabela 4).

O município de Itaqui, de acordo com Embrapa (2013) possui uma diversidade pedológica considerável. Dentre as 13 classes que compõem o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, no primeiro nível categórico, oito ocorrem na área territorial do município de Itaqui.

Tabela 2. Classes de solo e áreas equivalentes no município de Itaqui, RS.

Classes de solo	Km²	Hectares	%
Argissolo Vermelho-amarelo distrófico	17,79	1779	0,58
Chernossolo Ebânico carbonático vértico	242,07	24207	7,93
Gleissolo Háplico Tb eutrófico típico	339,92	33992	11,13
Latossolo Vermelho distrófico típico	107,32	10732	3,51
Neossolo	124,45	12445	4,14
Nitossolo Vermelho distroférrico	466,19	46619	15,26
Planossolo Háplico eutrófico arênico	22,25	2225	0,73
Plintossolo Argilúvico eutrófico petroplintico	1734,03	173403	56,78

Fonte: adaptado de Viero e Silva, 2010.

A classe Plintossolo é a mais abrangente, ocupando 56,78% da área. Compreendem solos minerais formados sob condições de restrição a percolação da água sujeitos ao efeito

temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados, e se caracterizam fundamentalmente por apresentar expressiva plintização com ou sem petroplintita. De acordo com Streck, et al. (2008), a ocorrência de Plintossolos Argilúvicos Eutróficos petroplínticos foram mapeados em maior extensão na região da Campanha, entre São Borja e Itaqui. Ocorrem em terrenos de várzea, com relevo plano e suave ondulado e menos frequentemente ondulado.

Os Nitossolos Vermelhos distroférricos ocupam 15,26% da superfície, e estão localizados no extremo leste do município. São constituídos por material mineral com horizonte B nítico, textura argilosa ou muito argilosa desde a superfície do solo, estrutura em blocos subangulares ou angulares ou prismática, de grau moderado ou forte, com cerosidade expressiva e/ou superfícies de compressão nas faces dos agregados e/ou caráter retrátil. No RS, os Nitossolos e os Latossolos tem comumente características muito próximas, o que pode dificultar sua distinção no campo (Embrapa, 2013).

Considerando a mesma fonte, os solos da classe Gleissolo se encontram permanentemente ou periodicamente saturados por água. A água do solo pode elevar-se por capilaridade e atingir a superfície. Ocorrem em depressões da paisagem, associadas a algumas várzeas dos afluentes dos rios Uruguai e Ibicuí. Na área do município de Itaqui ocupam 11,13% do território.

A classe de solos Chernossolo Ebânico carbonático vértico ocupa 7,93% da superfície do município. Ocorrem associados às várzeas dos arroios Cambaí e Pintado Grande. Caracterizam-se por apresentar razoáveis teores de material orgânico que conferem cores escuras ao horizonte superficial e alta fertilidade e alta CTC em todo o perfil. O caráter carbonático é decorrente da presença de $CaCO_3$ em quantidade maior que 15 g Kg-1 de solo, evidências de um período mais seco no passado evolutivo deste solo, e o caráter vértico decorre da presença de *slickensides*, fendas ou estruturas cuneiformes em quantidades ou expressão insuficientes para caracterizar um horizonte vértico (Embrapa, 2013).

Estas quatro classes ocupam 91,27% do território do município e são as mais importantes em termos de usos e ocupação da terra. As demais classes ocorrem em pequenas manchas entre as demais classes.

A cultura do arroz, uma das principais atividades econômicas do município, é praticada predominantemente sobre os solos das classes Plintossolo, Gleissolo, Chernossolo e Planossolo. Já as culturas anuais de sequeiro ou irrigadas por aspersão estão concentradas principalmente sobre os solos das classes Nitossolos e Latossolos. As pastagens nativas ocorrem em todas as classes de solo.

O relevo do município foi classificado conforme Embrapa (1999), sendo os dados apresentados na tabela 3. É possível verificar que 94,35% da área do município pertencem às classes de declividade “plano” e “suave ondulado”, com até 8% de declividade, que compreende terras com suscetibilidade a erosão “ausente” ou “pouca”, onde práticas conservacionistas simples são eficientes para o controle da erosão. Em 5,36% da superfície a declividade está entre 8% e 13%, que são áreas que apresentam moderada suscetibilidade a erosão, requerendo práticas de controle a erosão desde o início de sua utilização.

Embora os riscos de erosão não estejam associados a grandes extensões no município, o uso da terra para o cultivo do arroz irrigado por inundação requer intensa mobilização do solo, dificultando a utilização de práticas conservacionistas, sendo que a lavoura precisa ficar com as taipas construídas com a finalidade de formação da lâmina de água para irrigação aberta desde o preparo do solo até o início da entrada de água, quando, então, será formada a lâmina de água de irrigação. Neste período o excesso de água das chuvas é drenado por escorrimento superficial para facilitar as operações de semeadura e manejo, além preservar a oxigenação do solo necessária para a germinação das sementes. Este manejo favorece o processo de erosão,

mesmo em áreas de relevo plano ou suave ondulado, principalmente quando o solo é impermeável ou a textura superficial do solo é arenosa.

Tabela 3. Classes de declividade e áreas equivalentes no município de Itaqui, RS.

Classes de declividade segundo Embrapa (1999)		Área		
Intervalo	Descrição	Km²	Hectares	%
0% a 3%	Plano	2028,42	202842	63,69
3% a 8%	Suave ondulado	976,33	97633	30,66
8% a 20%	Ondulado	170,80	17808	5,36
20% a 45%	Forte ondulado	9,05	905	0,28
45% a 75%	Montanhoso	0,02	2	0,00
Acima de 75%	Escarpado	0,00	0	0,00

Fonte: adaptado de Valeriano, 2008.

Nesta fase inicial, os dados de uso do solo que estão sendo utilizados, foram adaptados a partir da base de dados de uso e cobertura da terra do IBGE, compatível com a escala 1:100.000. Estes dados, quantificados na tabela 4, estão agrupados em 10 classes, as quais apresentam associações hierarquizadas por predominância de ocorrência.

Tabela 4. Uso e cobertura da terra e áreas equivalentes no município de Itaqui, RS.

Classes de cobertura e uso da terra	Km²	Hectares	%
Área urbanizada – cidade	8,12	812	0,25
Áreas descobertas – arenosas	4,13	413	0,13
Captação para abastecimento agrícola em corpo d'água continental	41,49	4149	1,30
Lavoura temporária - soja e trigo	79,69	7969	2,50
Pastagem + lavoura temporária	495,15	49515	15,55
Pastagem + Lavoura temporária – arroz	2119,35	211935	66,55
Pastagem + Lavoura temporária - arroz e soja	156,12	15612	4,90
Pastagem - pecuária bovina, ovina e equina + vegetação campestre	7,81	781	0,25
Uso diversificado em corpo d'água continental	92,30	9230	2,90
Vegetação florestal + Lavoura temporária + Pastagem	180,27	18027	5,66

Fonte: adaptado de mapa de uso e cobertura da terra do IBGE.

Analisando os usos do solo no município de Itaqui observa-se na Tabela 4 que, com exceção de algumas áreas de vegetação florestal e de campo nativo, o restante da superfície sofre algum tipo de manejo ou de cultivo agrícola. A maior extensão da superfície do município é utilizada por pastagens de campo nativo com pecuária, entretanto muitas dessas áreas são cultivadas, principalmente com arroz irrigado e depois de alguns anos voltam a ser utilizadas com campo nativo.

Fazendo um breve comparativo com os dados da Produção Agrícola Municipal de 2012, disponibilizados pelo IBGE, é possível observar que ocorre uma grande diferença, em especial, ao se tratar das áreas de arroz e soja. De acordo com a Produção Agrícola Municipal de 2012, a área de soja em Itaqui equivale a 16.000 hectares e a de arroz a 70.800 hectares, além dos 4.000 hectares destinados ao milho e dos 3.500 hectares destinados ao trigo. Estes dados são bastante distintos dos apresentados na tabela 4, na qual constam mais de 210.000 hectares destinados a pastagens associadas a produção de arroz e soja.

Esta diferença parece estar associada ao fato de que a maioria dos agricultores utilizam rodízio de áreas em anos sucessivos, para facilitar as operações de preparo do solo e manejo de pragas e de plantas daninhas (Sosbai, 2014). Alguns arrozeiros ocupam o dobro e até o triplo de área da propriedade com a cultura em relação a área cultivada anualmente. As áreas que não estão sendo cultivadas permanecem em pousio e são utilizadas como pastagem, geralmente não cultivada.

Isto nos leva a inferir que, pelas discrepâncias identificadas na análise dos dados, é de suma importância a realização de campanhas detalhadas de campo para a coleta de amostras para o processamento das imagens de satélite em uso e posterior geração de um detalhado mapa de uso e cobertura do solo. Pela peculiar característica do município, considerando as classes de solos e de cobertura e uso identificadas, é necessário um cuidado especial com relação a identificação das áreas de pastagem e de arroz cultivado que, dependendo do seu estágio de maturação ou do pousio ao qual estão sujeitas, poderão ser mapeadas, sob o aspecto espectral, com características idênticas, o que poderá gerar equívocos de classificação.

5. Considerações finais

A gestão do território municipal é atividade complexa e deve considerar um conjunto amplo de fatores os quais poderão ser compreendidos na sua complexidade, a partir da estruturação do ZEE. Assim, foi possível compreender, neste que é um dos documentos iniciais do projeto, que a estruturação feita a partir de dados de livre acesso, atenderá as necessidades quanto a infra-estrutura de dados. O uso dos SIGs, por sua vez, associado a campanhas de campo e coleta de novos dados, potencializará o processo de planejamento e gestão territorial de Itaqui.

Referências

Andere, L.; Jorge, M. P. P. M. Estudo de viabilidade de implementação do Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE em São José dos Campos/SP. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,** 14. (SBSR), 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. p. 2269-2276. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.17.17.31/doc/2269-2276.pdf. Acessado em 30 out. 2014.

Brasil. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder executivo, Brasília, 02 de setembro de 1981.

Brasil. Decreto n. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder executivo, Brasília, 11 de julho de 2002.

Bineli, A. R. R.; Sais, A. C.; Gonçalves, R. H. Banco de dados geográfico para cidades de pequeno porte: estudo de caso da cidade de Andradas, MG. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,** 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 5121-5126. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.13.03.49/doc/5121-5126.pdf. Acessado em 30 out. 2014.

Câmara, G.; Casanova, M. A.; Hemerly, A. S.; Magalhães, G. C.; Medeiros, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica.** Campinas: Instituto de Computação. UNICAMP. 1996

Câmara, G.; Monteiro, A. V. M; Druck, S.; Carvalho, M. S. Análise espacial e Geoprocessamento. In: Druck, S; Carvalho, M. S.; Câmara, G.; Monteiro, A. V. M. **Análise Espacial de Dados Geográficos.** Brasília. Embrapa, 2004.

Embrapa. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa, 1999.

Embrapa. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3ª ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2013.

Hasenack, H.; Weber, E. **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000.** Porto Alegre: UFRGS; Centro de Ecologia, 2010.

Moraes-Filho, L. O. M.; Santos, P. A. dos; Abreu, E. C. R.; Contuo-Júnior, A. C. de S.; Nascimento, R. C. do; Oliveira, A. L. de; Barros, D. A. de; Laudares, S. S. de A.; Borges, L. A. C.; Pereira, C. M. **Curso de Capacitação para o Cadastro Ambiental Rural: noções de geotecnologias.** Lavras: UFLA, 2014.

Sosbai - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil.** XXX Reunião técnica da cultura do arroz irrigado, 06 a 08 de agosto de 2014, Bento Gonçalves, RS, Brasil. – Santa Maria: Sociedade Brasileira de Arroz Irrigado. Santa Maria, 2014.

Streck E. V.; Kämpf, N.; Dalmolim, R. S. D.; Klamt, E.; Nascimento, P. C. do; Schneider, P. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER/RS, 2008.

Valeriano, M. de M. **Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais.** São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em <www.dsr.inpe.br/topodata>.

Viero, A. C.; Silva, D. R. A. da. (org.) **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: CPRM, 2010.

MMA/SDS. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: Diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil.** Brasília: MMA/SDS, 2001.

Pires, A.M.Z.C.R.; Santos, J.E.; Pires, J.S.R. Caracterização e diagnóstico ambiental de uma unidade da paisagem. Estudo de caso: Estação ecológica de Jataí e Estação Experimental de Luiz Antônio. In: Santos, J.E.; Pires, J. S.R. **Estação Ecológica de Jataí – Estudos integrados em ecossistemas.** São Carlos-SP: RiMa, 2000.