GEOCODIFICAÇÃO DE UNIDADES DE MAPEAMENTO AQUÍCOLA PARA UM SISTEMA DE CONTROLE DE PRODUÇÃO E RASTREABILIDADE EM SANTA CATARINA, BRASIL

Luiz Fernando de Novaes VIANNA[1]
André Luís Tortato NOVAES[2]

Resumo

Neste artigo é apresentado um método para geocodificação das unidades de mapeamento aquícola: Áreas de Preferência, Parques Aquícolas e Áreas Aquícolas, dos Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura – PLDM de Santa Catarina, Brasil. Este método foi desenvolvido a partir da estrutura de geocodificação política oficial do país. Para implementá-lo foi modelado um banco de dados onde foram armazenados os polígonos das unidades em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). O objetivo é instituir um método de geocodificação aquícola que possa ser adotado em nível nacional, para compatibilizar uma rede de dados geográficos de aquicultura ou integrar, em uma base única, todo o mapeamento aquícola do país, além de prover às instituições envolvidas com a atividade um modelo de dados pronto para ser implementado. O trabalho foi desenvolvido em Santa Catarina, onde os estudos relativos aos PLDM já estão concluídos. Os resultados apontam para a eficiência do método em função da facilidade na geração dos geocódigos e simplicidade do modelo de dados.

Palavras-chave: SIG. Geocodificação. Aquicultura. Modelagem de dados, rastreabilidade.

Abstract

Geocoding aquaculture areas for a production and traceability control system in Santa Catarina, Brazil

This paper presents a method for geocoding aquaculture mapping units, i.e. Preferred Areas, Aquaculture Parks and Aquaculture Areas of the Santa Catarina's state Plans for Local Mariculture Development (PLMD). This method was developed from the official geocoding structure of Brazil. For its implementation, a data model was developed where polygon mapping units were stored through a Geographic Information System - GIS. The main objective is to establish a countrywide geocoding method which can be adopted, and is compatible with the existing network of aquaculture geodata. The system should be able to integrate in one common database all current aquaculture mapping of the country and provide those mapping institutions involved with a data model ready to be implemented. The study was developed in Santa Catarina where PLDM are finished. Results point to the efficiency of the method, given the ease in generating geocodes as well as the simplicity of the data model.

Key words: GIS. Geocoding. Aquaculture. Data modeling. Traceability.

[1] Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina – Ciram, Pesquisador nível III – Geoprocessamento, Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502, 88034-901 Florianópolis, SC, Brasil, E-mail: vianna@epagri.sc.gov.br.

[2] Empresa de Pesquisa Agropecuária e extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca – Cedap, Agente Técnico de Formação Superior I – Maricultura, Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502, 88034-901 Florianópolis, SC, Brasil, E-mail: novaes@epagri.sc.gov.br.

INTRODUÇÃO

Localização, data, método de cultivo e produtor são informações básicas para que os consumidores de produtos oriundos da aquicultura (peixes, moluscos ou crustáceos) tenham um conhecimento mínimo acerca do que irão consumir. Além disso, para os órgãos de gestão e fiscalização da atividade e de controle sanitário, a quantificação da produção e o monitoramento da qualidade da água e do produto *in natura*, devem estar baseados em dados que indiquem, de forma confiável, a sua qualidade desde a origem, no mar, até o consumidor final. Os produtores também devem possuir instrumentos de gestão que lhes permitam avaliarem o processo produtivo e comercial para ampliarem mercado e melhorarem sistematicamente a qualidade dos produtos.

Um dos instrumentos de gestão que auxilia este processo é a rastreabilidade, ou seja, a possibilidade de acompanhar o movimento de um produto alimentício através dos estágios específicos de produção, processamento e distribuição (CODEX ALIMENTARIUS COMISSION, 2010, p.20). Em relação aos produtos de origem aquícola, atualmente há uma tendência no aumento da exigência do uso deste instrumento em função do crescimento dos regulamentos internacionais, que impõem uma nova dinâmica aos sistemas de controle da qualidade (CARVALHO 2006, p.1).

A rastreabilidade é um processo complexo que envolve diversas etapas, dentre as quais a identificação da origem do produto (NAFIQAVED, 2004, p. 51; THOMPSON, et. al., 2005, p.1). Esta identificação, no caso específico da maricultura[3], é dada pela distribuição geográfica das estruturas de cultivo, que variam de acordo com a espécie cultivada (SEAP, 2005, p. 3-7). Diferentemente das estruturas edificadas em terra, tais como prédios, fábricas ou fazendas, aquelas utilizadas para maricultura não possuem endereço ou qualquer outro referencial descritivo de localização. Com isso, são localizadas através de sistemas de coordenadas. E no caso de produtos marinhos esta localização é essencial, visto que a possibilidade de controle do ambiente marinho de cultivo é menor do que aquele aplicado aos produtos animais cultivados em terra, o que aumenta o grau de incerteza acerca da qualidade do meio em que é produzido e sua influência na qualidade do produto final para consumo. Assim, a localização da origem do produto é um indicador indireto desta qualidade em função das atividades que ocorrem no seu entorno e da dinâmica natural do ambiente de cultivo.

Um exemplo de problema que envolve, temporariamente, a qualidade dos moluscos (ostras e mexilhões) cultivados desta forma são os “blooms” de algas nocivas, comumente conhecidos por maré vermelha. Estas algas são naturalmente ingeridas pelos moluscos e liberam algumas toxinas que não os afetam. Porém, ao consumir o molusco contaminado, esta toxina, presente na carne do animal, causa problemas de saúde ao homem (REBOLEIRA, 2004, p. 308). A contaminação dos moluscos é um problema temporário, após o desaparecimento das algas e um tempo de depuração os mesmos podem novamente ser consumidos (SCHRAMM, 2008, p. 17). Este é um exemplo de correlação direta com a localização geográfica, uma vez que este fenômeno natural ocorre de forma isolada, não previsível e pode ser identificado em tempo real a partir de um programa de monitoramento que alimente um sistema de rastreabilidade. Ao identificar a presença das algas identifica-se também o local de atuação das mesmas e então se interrompe, temporariamente, a comercialização dos produtos da região afetada até que a situação se normalize. Caso a comercialização já tenha sido efetivada, localiza-se facilmente os lotes do produto para retirada do mercado.

Sühnel (2007) alerta para a carência de normas, no Brasil, que regulem este controle no mar, o que já é comum na comunidade européia, como o caso do Regulamento 2065/2001 (COMISSÃO DE 22 DE OUTUBRO DE 2001), que no seu artigo 8 exige a localização da origem dos produtos marinhos em qualquer sistema de rastreabilidade. Apesar disso em Santa

[3] Aquicultura desenvolvida no ambiente marinho.

Catarina já existe uma iniciativa da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri através de dois projetos[4], um de controle higiênico sanitário de moluscos e outro de monitoramento de algas nocivas, ambos com foco na rastreabilidade.

Como parte fundamental destes projetos foi desenvolvido um método de geocodificação para as unidades de mapeamento aquícola: Áreas de Preferência[5], Parques Aquícolas[6] e Áreas Aquícolas[7] (Figura 1), definidas nos Planos locais de Desenvolvimento da Maricultura - PLDM. (BRASIL, 2003).

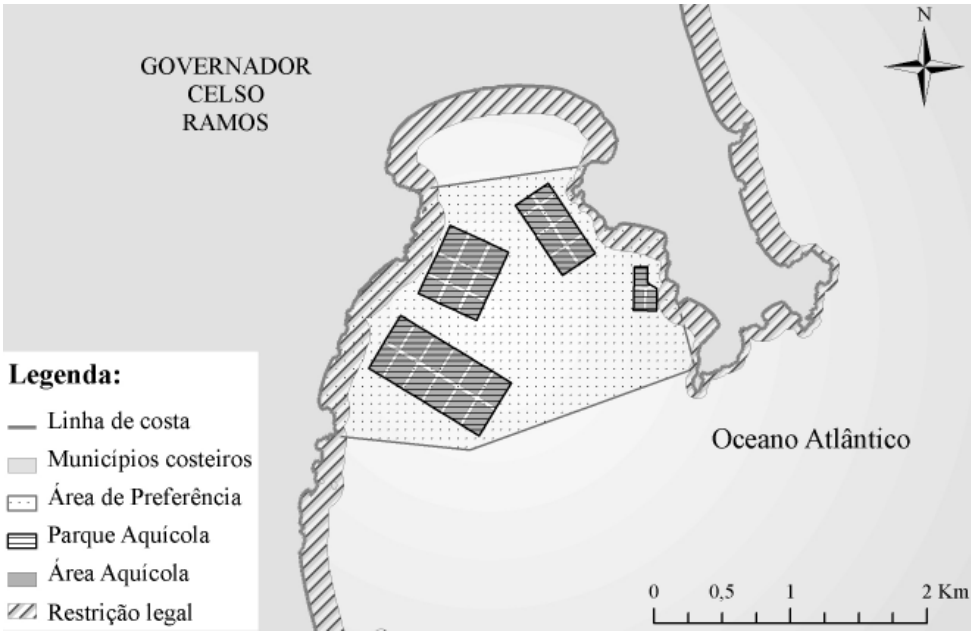

Figura 1 - Mapeamento aquícola de Santa Catarina: Exemplo de Áreas de Preferência, Parques Aquícolas e Áreas Aquícolas

Em Santa Catarina estas unidades de mapeamento aquícola já estão definidas (VIANNA, 2007, p. 3199; SEAP, 2007 p. 34) e estruturadas no banco de dados georreferenciados[8] da Epagri. Trata-se da parte geográfica do sistema de rastreabilidade.

Neste trabalho apresenta-se a metodologia de geocodificação destas unidades com base na geocodificação política oficial do Brasil (IBGE, 1990) e um modelo de dados estruturado para recebê-las. O objetivo é oferecer uma padronização, em nível nacional, do método de

[4] http://www.cedap.epagri.sc.gov.br/ acessado em 18/05/2010

[5] Segundo Brasil (2003) são "aquelas cujo uso será conferido prioritariamente a determinadas populações...".

[6] Segundo Brasil (2003) são "espaços físicos contínuos em meio aquático, delimitados, que compreendem um conjunto de Áreas Aquícolas afins, em cujos espaços físicos intermediários podem ser desenvolvidas outras atividades compatíveis com a prática da aqüicultura".

[7] Segundo Brasil (2003) são "espaço físico contínuo em meio aquático, delimitado, destinado a projetos de aqüicultura, individuais ou coletivos".

[8] http://sigeo.epagri.sc.gov.br/epagri/ acessado em 07/06/2010.

geocodificação aquícola para que se possa compatibilizar uma rede de dados geográficos de aquicultura ou integrar, em uma única base, todo o mapeamento aquícola do Brasil, além de prover às instituições envolvidas com este mapeamento um modelo de dados pronto para ser implementado. O método de geocodificação é apresentado através de um estudo de caso com base nas unidades de mapeamento aquícola dos PLDM de Santa Catarina (EPAGRI, 2010).

Localizar a origem de um produto ou realizar análises espaciais para integrar dados de diferentes formatos e naturezas através de um sistema computacional exige cuidadosos procedimentos que envolvem conceituação e modelagem. Quando tratamos de dados geográficos que necessitam tratamento individualizado, como no caso de cadastros, a geocodificação é indispensável. Isto porque a forma mais comum de se buscar a localização de um determinado objeto no espaço é através da descrição textual (GOLDBERG, 2008, p. 3), seja por um endereço, nome de cidade ou qualquer outro referencial nominalmente conhecido. No caso da maricultura há um agravante, pois não existem endereços no mar, e os referenciais são reduzidos em comparação ao continente.

Assim, costuma-se localizar a origem dos produtos através do nome dos produtores, da marca do produto ou das empresas beneficiadoras, que nem sempre estão no mesmo local em que o produto é cultivado, o que levanta a necessidade de um bom critério de geocodificação. Da mesma forma, pode-se associar o produto a uma região ou localidade, o que é bastante comum nos processos de denominação de origem e indicação geográfica.

Geocodificação segundo Goldberg (2008, p. 6) é o ato de transformar uma descrição textual de localização em uma representação espacial válida através de processos pré-definidos. Estes processos são dados pelo geocodificador, que são uma série de componentes inter-relacionados em forma de operadores, algoritmos e dados que trabalham juntos para produzirem representação espacial de descritores textuais de localização. O resultado são geocódigos, que são representações espaciais individuais de descritores textuais de localização.

METODOLOGIA

Estudo de caso: As unidades de mapeamento aquícola dos PLDM de Santa Catarina

O estado de Santa Catarina está localizado na região sul do Brasil e conta com aproximadamente 1.400 Km de linha de costa, área onde estão implementados os PLDM (Figura 2). Atualmente existem, na zona costeira do estado, 31 Áreas de Preferência que somam 31.395,7 hectares. Estas estão divididas em 159 Parques Aquícolas (2095,8 ha) setorizados em 1.049 Áreas Aquícolas, que abrangem 1563,9 ha (EPAGRI, 2010)

A setorização das Áreas de Preferência e seus respectivos Parques Aquícolas (Figura 1) foi feita através da digitalização em tela no sistema de informações geográficas ArcGis 9.1. Para tal foram utilizadas as 21 folhas litorâneas da base cartográfica 1:50.000 da mapoteca topográfica digital de Santa Catarina[9] e imagens de satélite Quickbird dos anos de 2004 e 2005. A distribuição espacial dos polígonos fez-se com base nos resultados do modelo de avaliação de potencial para maricultura que considerou aspectos sócio-econômicos, logísticos, ambientais e legais (SEAP, 2007 p. 2-1 a 2-22; EPAGRI, 2010).

[9] http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/

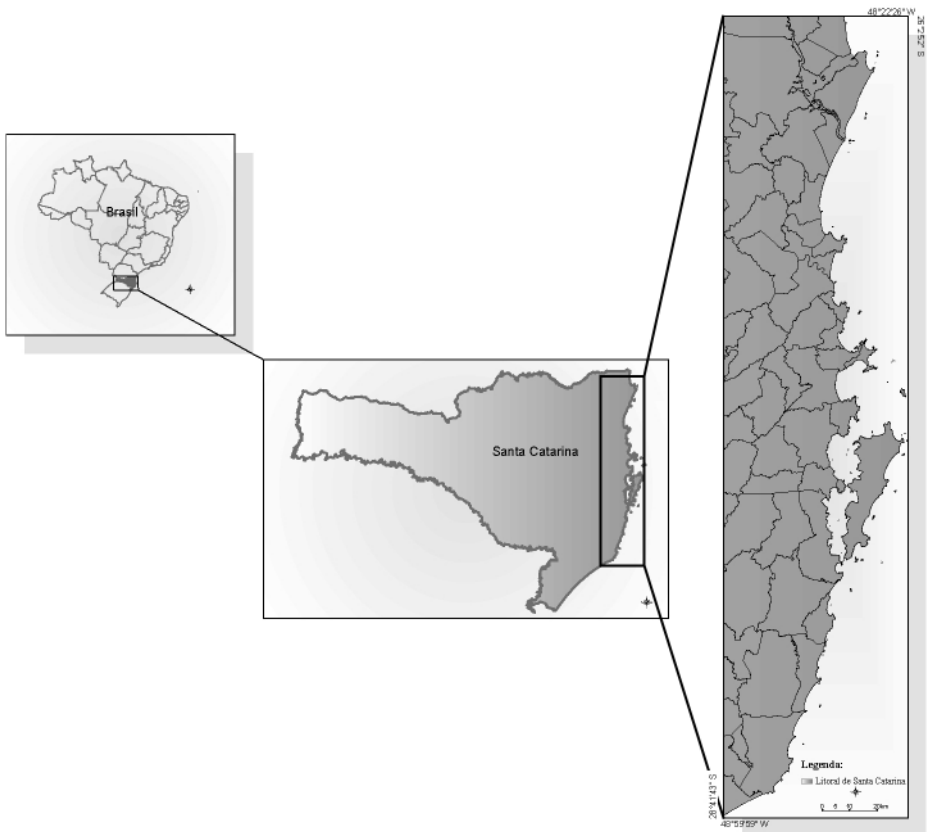

Figura 2 - Localização da zona costeira do estado de Santa Catarina. Área de abrangência dos PLDM

As propostas de setorização das Áreas de Preferência e Parques Aquícolas foram avaliadas em audiências públicas e após aprovação pelo Ministério da Pesca e Aquicultura os polígonos dos Parques Aquícolas foram exportados para o formato “dwg” (AutoCAD) e serviram de limites para setorizar as Áreas Aquícolas (Figura 1). Estas foram construídas respeitando a localização e orientação dos Parques Aquícolas em função de conflitos com outras atividades, adequação à legislação e prevenção às ameaças de fontes de poluição, correntes marinhas, tempestades e outros perigos potenciais de avarias às estruturas de cultivo.

No Brasil não há uma norma que especifique, de forma objetiva, como proceder a disposição das Áreas Aquícolas no mar. Apenas alguns instrumentos legais que exigem que os empreendimentos aquícolas sejam viáveis e sustentáveis ao longo dos anos (BRASIL, 2003) e adequados tecnicamente (BRASIL, 2005). Desta forma, adotou-se como critério de alocação e delimitação das Áreas Aquícolas o valor mínimo de um hectare de área e 20 metros de espaçamento entre elas. Segundo os técnicos da Epagri, um hectare é a área necessária para gerar uma receita líquida mensal de 2,16 salários mínimos, considerando o valor do salário mínimo em 2010, pela cultura menos lucrativa, que é a mitilicultura (mexilhão). Já o espaçamento de 20m destina-se à circulação de embarcações mecanizadas de pequeno porte para realizar tarefas de plantio, manejo e colheita da produção. Além de

permitir diferenciar, visualmente, as interfaces entre as áreas, para facilitar ações de controle e fiscalização.

Após a setorização, os polígonos das Áreas Aquícolas foram re-importados para o ArcGis e geocodificados.

GEOCODIFICAÇÃO

O método de geocodificação tem por base os geocódigos municipais oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, que são atribuídos aos pontos das sedes e polígonos dos municípios através de uma lógica seqüencial intercalada de pertinência às Unidades da Federação (UF) e Macrorregiões (IBGE, 1990). Trata-se de um sistema hierárquico no qual as unidades menores estão localizadas no interior das maiores (Figura 3 – Unidades políticas).

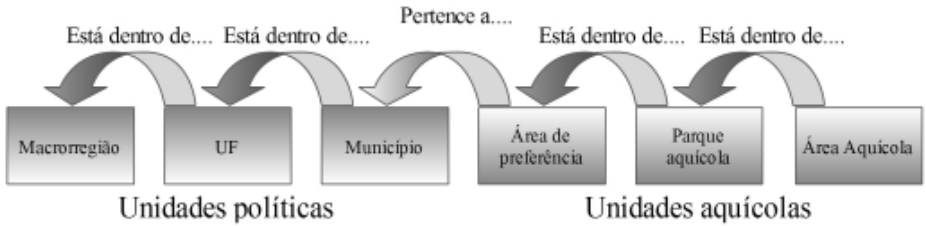

Figura 3 - Sistema hierárquico de pertinência espacial das unidades aquícolas e políticas

O Brasil possui 5 Macrorregiões, também conhecidas por Regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste (Figura 4). O critério de geocodificação destas é dado pela atribuição de um dígito numérico seqüencial iniciado em "1" e finalizado em "5" que obedecem a uma ordem geográfica orientada pelo sentido horário (IBGE, 1990, p. 1).

Nas Macrorregiões estão contidas as Unidades da Federação – UF, ou Estados, que são geocodificados através da combinação do geocódigo da Macrorregião com um dígito numérico seqüencial: a atribuição deste dígito é feita dentro de cada Macrorregião, ou seja, as UFs de cada Macrorregião recebem seus dígitos a partir do número 1 até o número correspondente à quantidade de UFs contidas dentro daquela Macrorregião. A Região Norte contém 8 UFs, Nordeste 9, Sudeste 4, Sul 3 e Centro-Oeste 4 (Figura 4). Assim o geocódigo das UFs é composto por dois dígitos, o primeiro correspondente à Macrorregião e o segundo seqüencial em ordem geográfica dentro da sua Macrorregião. A exceção a esta regra é o Estado do Mato Grosso do Sul que, por ter sido criado após a geocodificação das UFs, recebeu o dígito 0 para obedecer ao critério de ordenamento geográfico, ficando assim com o geocódigo 50.

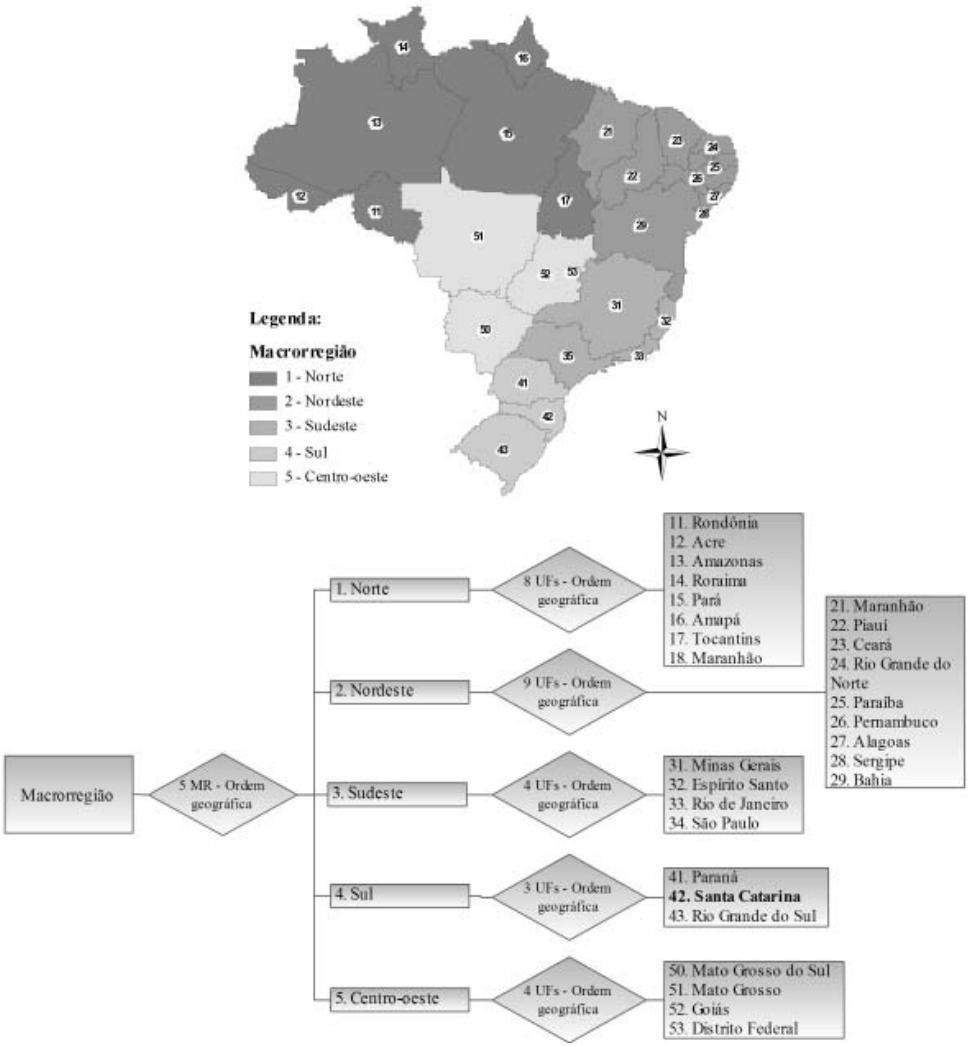

Figura 4 - Sistema de geocodificação de Macrorregiões e Unidades da Federação do IBGE

Neste sistema de geocodificação Santa Catarina é a UF 42. Seu território é dividido em 293 municípios cujos geocódigos são compostos pela combinação do geocódigo da UF seguido por quatro dígitos numéricos atribuídos segundo a ordem alfabética do nome dos municípios dentro da UF. Diferentemente das unidades anteriores, os dígitos não são seqüenciais e apresentam intervalos para que, no caso da criação de novos municípios, possam ser inseridos novos dígitos respeitando-se o ordenamento alfabético. Além disso, cada município possui um dígito verificador, com função de verificar a consistência entre o código da UF e a combinação dos 4 dígitos subseqüentes, através de uma operação aritmética (IBGE, 1990, p. 5). Assim, o geocódigo municipal é composto por 7 dígitos, sendo o primeiro relativo ao

geocódigo da Macrorregião, o segundo da UF, os quatro seguintes à seqüência atribuída ao município, de acordo com a ordem alfabética, e um dígito verificador.

Seguindo esta mesma lógica de pertinência espacial, o método de geocodificação das Áreas de Preferência, Parques Aquícolas e Áreas Aquícolas aqui proposto, deve utilizar como base o geocódigo municipal, visto que aquelas divisões aquícolas seguem o padrão político de pertinência (Figura 3 – Unidades aquícolas).

O primeiro geocódigo a ser criado é o das Áreas de Preferência, as quais, mesmo não existindo limites municipais no mar ou pertinência espacial, estão obrigatoriamente associadas a um único município. Conforme a definição de Área de Preferência (BRASIL, 2003) e as características litorâneas e lacustres dos municípios brasileiros, dificilmente existirão mais de 99 Áreas de Preferência por município. Assim o método utilizado para geocodificar estas áreas prevê a atribuição seqüencial numérica de dois dígitos de 01 a 99, precedidos pelo geocódigo do município. Esta operação é feita através da seguinte equação:

[CD_AREA_PREFE] = [CD_MUNIC] x 100 + [NR_AREA_PREFE], onde:

[CD_AREA_PREFE] – Geocódigo da Área de Preferência;

[CD_MUNIC] – Geocódigo do município;

[NR_AREA_PREFE] – Número seqüencial de 1 a 99 das Áreas de Preferência pertencentes ao município;

A numeração seqüencial das Áreas de Preferência é feita seguindo-se a linha de costa no sentido Norte-Sul. A área mais ao norte de cada município recebe o número 1 e as demais são numeradas em ordem crescente para sul. Apesar de este critério ter sido adotado em Santa Catarina, não é determinante no método de geocodificação. Isto porque caso sejam criadas, no futuro, novas Áreas de Preferência, estas deverão ser numeradas respeitando-se a seqüência existente, independente da sua localização em relação às demais áreas já existentes.

Dentro das Áreas de Preferência estão os Parques Aquícolas, que não podem ser mais de 99 por área. Assim, os geocódigos são atribuídos da mesma forma que para as Áreas de Preferência, através da equação abaixo:

[CD_PARQU_AQUIC] = [CD_AREA_PREFE] x 100 + [NR_PARQU_AQUIC], onde:

[CD_PARQU_AQUIC] – Geocódigo do Parque Aquícola;

[CD_AREA_PREFE] – Geocódigo da Área de Preferência;

[NR_PARQU_AQUIC] – Número seqüencial de 1 a 99 dos Parques Aquícolas pertencentes à Área de Preferência;

A numeração seqüencial dos Parques Aquícolas teve como base o trabalho de Oliveira Neto (2005). Sobre esta proposta foram feitas alterações para que fosse possível adequar o critério de geocodificação. A principal delas foi atribuir o número seqüencial dos Parques Aquícolas por Área de Preferência, que antes ocorria por município.

Oliveira Neto (2005, p. 28-29) já havia proposto uma codificação para os Parques Aquícolas. Ele utilizou uma seqüência numérica de 0 a 99 precedida pela letra “A” de “área” combinada com a sigla do município e da localidade mais próxima. Como exemplo ele cita A03BOMCG, que significa área 3 (A03) do município de Bombinhas (BOM) na localidade de Canto Grande (CG). Esta proposta não foi adotada por ser inadequada em termos de geocodificação, uma vez que não apresenta uniformidade de formato, possui padrão metodológico subjetivo, é composta por caracteres alfanuméricos e utiliza referências não oficiais, como o nome das localidades. Porém foram feitas algumas adaptações e utilizou-se este método para nomear as unidades de mapeamento aquícola, adotando-se os prefixos AP para Área de Preferência, PA para Parque Aquícola e AA para Área Aquícola, buscando manter os nomes já adotados e conhecidos em muitas comunidades.

As menores unidades aquícolas são as Áreas Aquícolas, que podem ser de 1 a 999 por Parque Aquícola. O geocódigo destas é composto pelo geocódigo do Parque Aquícola e um número seqüencial de 1 a 999. Esta possibilidade não significa que exista, na prática, um grande número de Áreas Aquícolas em um único parque, mas é possível chegarmos a valores superiores a uma centena delas. Os geocódigos são gerados a partir da seguinte equação:

[CD_AREA_AQUIC] = [CD_PARQU_AQUIC] x 1000 + [NR_AREA_AQUIC], onde:

[CD_AREA_AQUIC] – Geocódigo da Área Aquícola;

[CD_PARQU_AQUIC] – Geocódigo do Parque Aquícola;

[NR_AREA_AQUIC] – Número seqüencial, de 1 a 999, das Áreas Aquícolas pertencentes ao Parque Aquícola;

A numeração inicia-se, de acordo com o observador em terra, pela Área Aquícola localizada na extremidade direita mais próxima à linha de costa do Parque Aquícola e finaliza naquela mais à esquerda e mais distante (Figura 5). Este critério de numeração auxilia na padronização da distribuição das Áreas Aquícolas no interior dos parques, mas assim como para as Áreas de Preferência, não é determinante para o método de geocodificação.

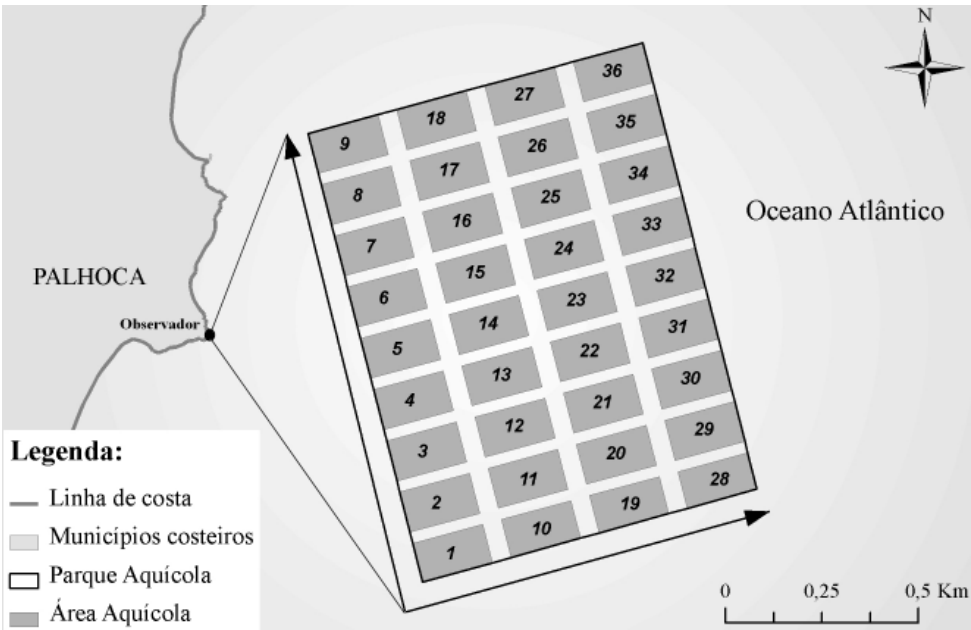

Figura 5 - Seqüência de numeração das Áreas Aquícolas

MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO

O modelo de dados foi desenvolvido em “Personal Geodatabase” (ArcGis) e implementado em Oracle 10G. Sua estrutura com os dados das unidades de mapeamento aquícola de Santa Catarina possui 4 “feature classes” de polígonos: PL_MUNIC com os municípios; PL_AREA_PREFE com as áreas de preferência; PL_PARQU_AQUIC com os parques aquícolas; e PL_AREA_AQUIC com as áreas aquícolas. As “features” estão organizadas em

um “feature dataset” na projeção Universal Transversa de Mercator - UTM, fuso 22 sul, sistema de referência “South American Datum 1969” - SAD 69.

Para realizar os testes e avaliar o modelo de dados foi montado um ambiente em ArcGis Server v. 10 (ESRI, 2010) onde foi implementado um aplicativo que roda via internet com acesso temporário e restrito através do endereço http://gis.ciram.com.br:8399/PLDM-SC/.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 6 está representado o modelo de dados projetado para receber as geometrias, geocódigos e chaves das unidades de mapeamento aquícola. As unidades de mapeamento são compostas pelas áreas de preferência, parques aquícolas e áreas aquícolas. Além delas, está inserido no modelo o mapa de municípios. Por ser uma estrutura hierárquica os relacionamentos lógicos entre as unidades, partindo-se da maior (municípios) para a menor (áreas aquícolas) é sempre de “um para muitos” (1 – N). Isto significa que um município pode ter mais de uma área de preferência. Cada área de preferência pode ter mais de um parque aquícola e cada parque aquícola, mais de uma área aquícola. Apesar disso as relações de pertinência espacial ocorrem apenas entre áreas de preferência, parques aquícolas e áreas aquícolas (Figura 1). Apesar de pertencerem a um único município, as unidades de mapeamento aquícola não estão contidas dentro das suas fronteiras.

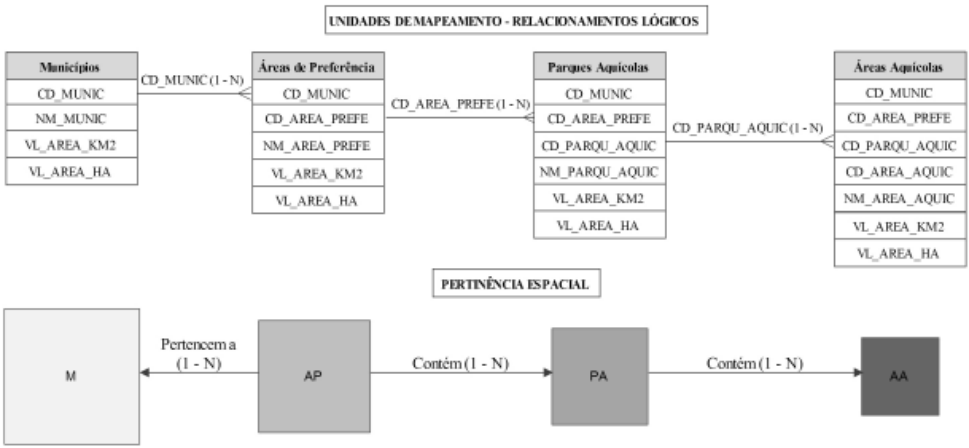

Figura 6 - Modelo de dados geográficos e pertinência espacial das unidades de mapeamento aquícola

Na prática, esta estrutura permite pesquisar e selecionar as unidades de mapeamento aquícola a partir do nome das macrorregiões, estados, municípios e unidades de mapeamento. Neste caso as pesquisas só podem ser feitas por município e unidades de mapeamento, visto que a abrangência é o estado de Santa Catarina. Este primeiro nível de acesso é restrito às relações lógicas entre os geocódigos, segundo a estrutura de geocodificação política do IBGE. Neste nível é possível selecionar, por exemplo, as unidades de mapeamento que pertencem ao município de Florianópolis (Figura 7). Esta seleção é feita através da ferramenta “Localizar”, onde digita-se o nome “Florianópolis” ou “FP” e o sistema retorna o registro do município e os registros das unidades de mapeamento que pertencem a ele. Então solicita-se as informações deste município através da ferramenta “info”, que retorna uma janela contendo as estatísticas relacionadas às unidades de mapeamento de Florianópolis.

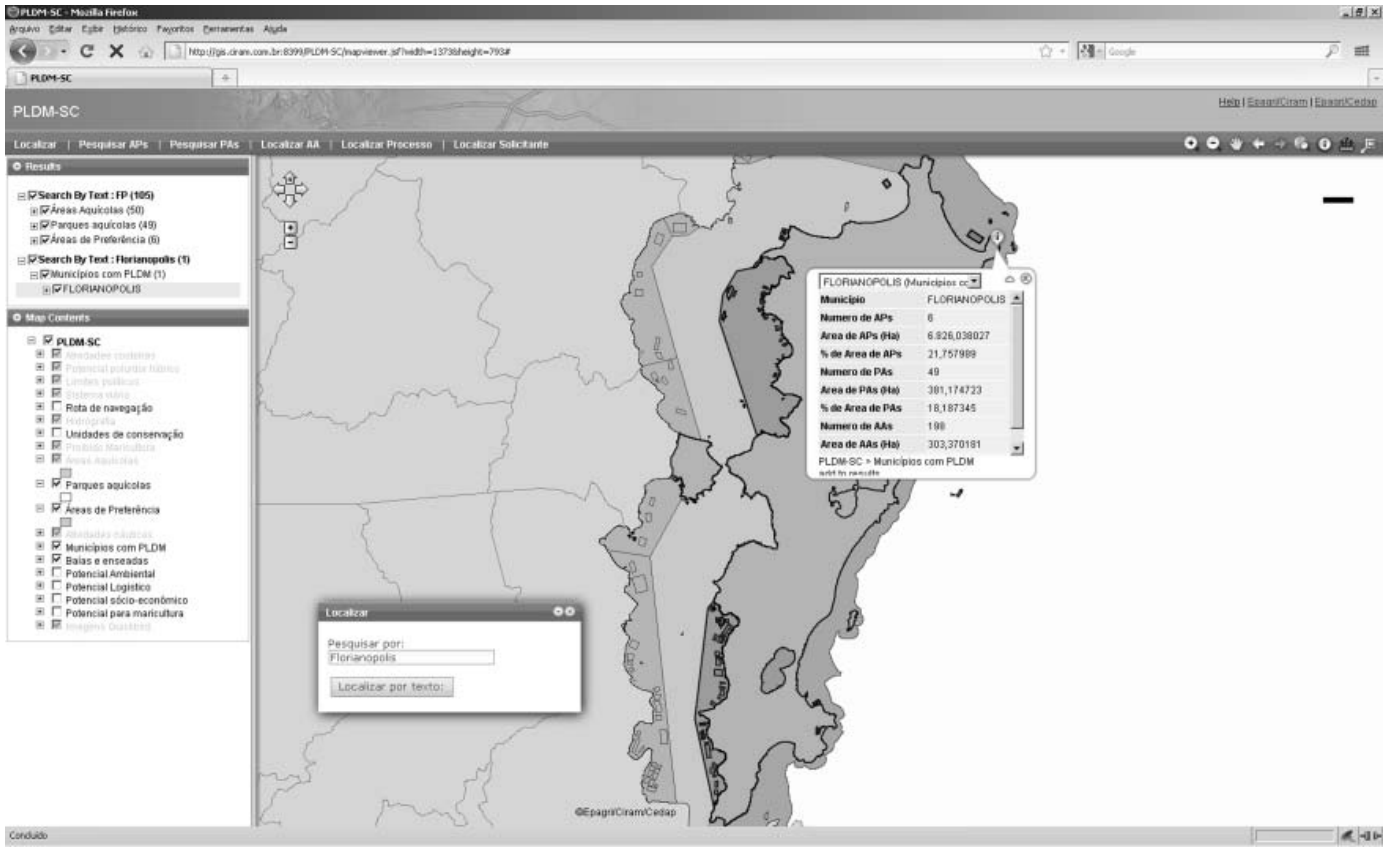

Figura 7 - Exemplo de aplicação do modelo de dados geográficos em ambiente de testes via Internet. Consulta por município

Para agregar ao sistema a possibilidade de consultas por processo de licitação de áreas aquícolas ou por nome dos maricultores são integradas tabelas auxiliares que contêm informações oriundas de outros sistemas. Na figura 8 estão representados os códigos que compões as chaves de conexão entre as tabelas. As reticências "..." indicam que existem outros dados, de diversas naturezas, que se integram através dos geocódigos.

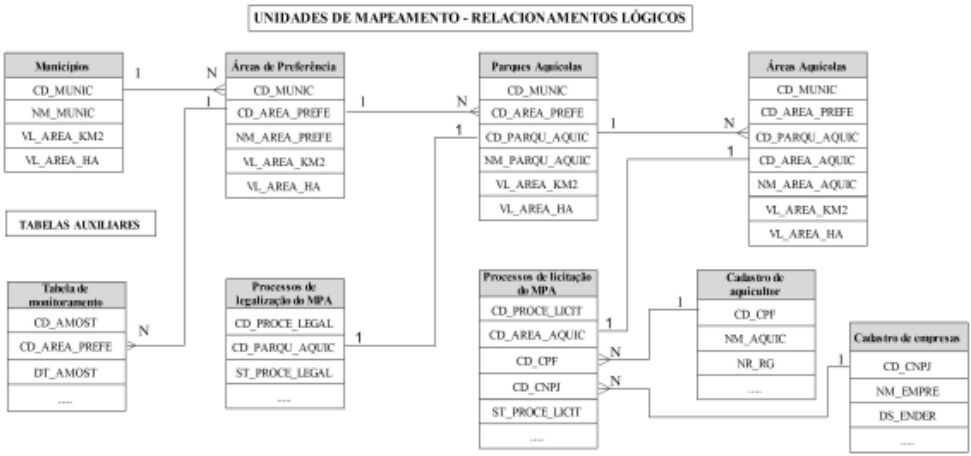

Figura 8 - Modelo de dados geográficos com agregação de tabelas auxiliares para gestão de processos de legalização de áreas, monitoramento de qualidade e rastreabilidade

É possível utilizar os geocódigos para gerenciar espacialmente os processos de licitação das Áreas Aquícolas integrando-as com o sistema de controle do Ministério da Pesca e Aquicultura – SINAU (MPA, 2010). Na figura 9 é apresentado um exemplo de consulta por nome do maricultor. Nela é digitado o nome "Eduardo" e o sistema retorna os registros em que este nome é encontrado. São apresentados, no canto superior esquerdo da tela, três nomes que contêm a palavra solicitada e então é dado um "zoom" no nome "Eduardo Wojciechowski Júnior". Consultando-se as informações da Área Aquícola solicitada por este maricultor verifica-se a área da unidade de mapeamento, a área solicitada por ele no processo, a diferença entre elas e as demais informações cadastradas no SINAU.

A possibilidade de associação dos geocódigos com outras chaves de identificação como CPF, CNPJ e outros padrões de codificação conhecidos, ampliam o leque de aplicações do sistema. Além disso, nesta base é possível inserir outros dados georreferenciados e tabulares com representação sócio-econômica, logística, ambiental ou legal e integrá-los através de relacionamentos tabulares ou espaciais. É possível, por exemplo, integrar os polígonos das Áreas de Preferência a uma base de dados de monitoramento da qualidade da água e dos produtos.

A base de dados das unidades de mapeamento aquícolas dos PLDM de Santa Catarina está implementada no Sistema de Informações Geográficas da Epagri – SIGEO, que pode ser acessado em http://sigeo.epagri.sc.gov.br/epagri/, na categoria "Aquicultura e pesca", serviço de mapa "PLDM – SC – Maricultura". Este sistema está restrito às consultas através da ferramenta "info", as consultas textuais estão implementadas no ambiente de testes com publicação prevista para outubro de 2010.

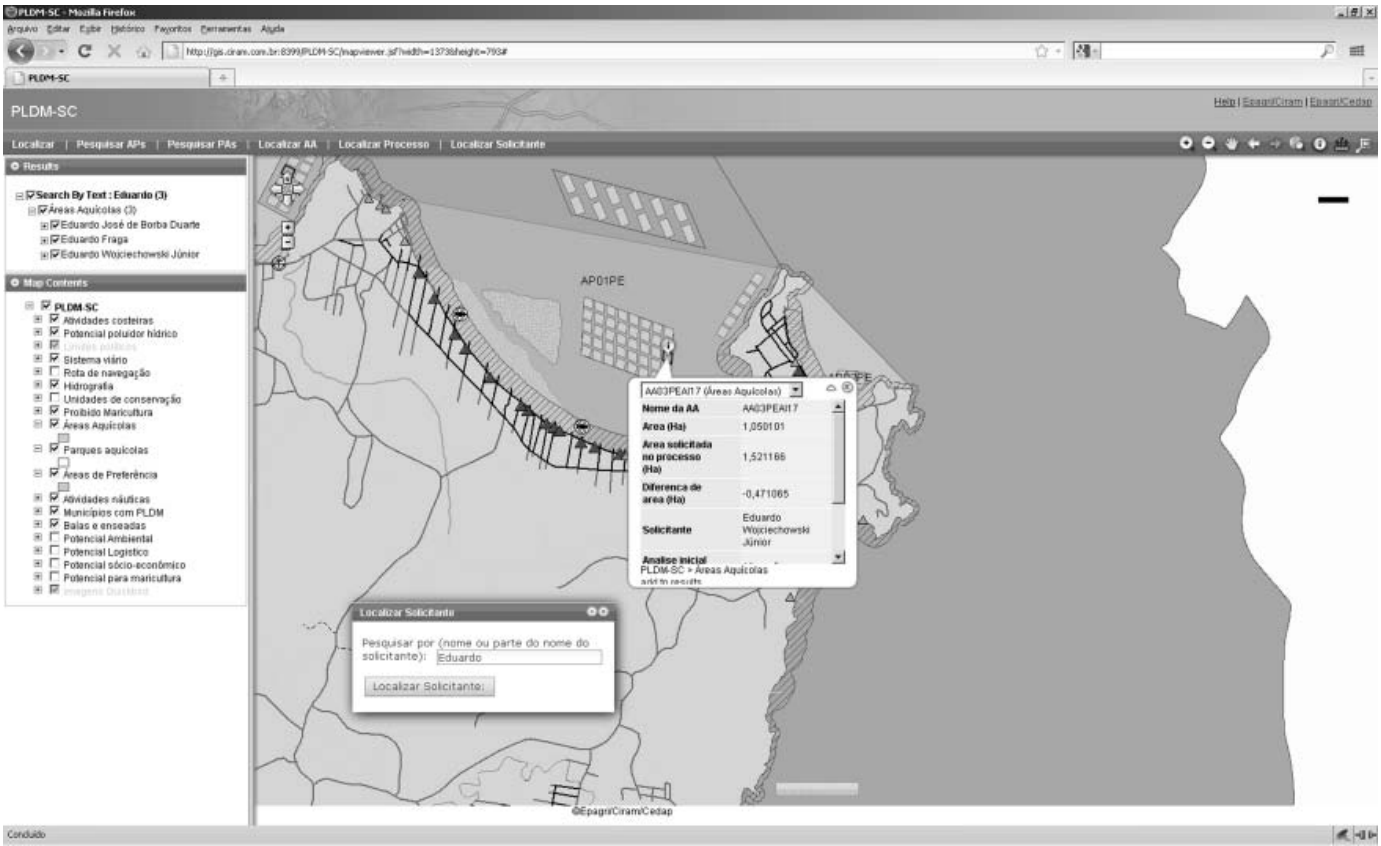

Figura 9 - Exemplo de aplicação do modelo de dados com tabelas auxiliares agregadas em ambiente de testes via Internet. Consulta por maricultor

CONCLUSÃO

O método de geocodificação desenvolvido é uma opção viável de padronização de geocódigos para as unidades de mapeamento aquícola no Brasil. Tem por base a geocodificação oficial das divisões políticas do país, é simples e de fácil implementação. Com este método é possível associar às unidades de mapeamento outros sistemas de monitoramento e/ou cadastro ou então implementar um sistema de rastreabilidade agregando-se tabelas auxiliares às geometrias através do geocódigo.

Este método pode ser aplicado a outras culturas onde se tem necessidade de rastreabilidade de produto, denominação de origem ou indicação geográfica, como no caso da vitivinicultura, suinocultura e avicultura.

Hoje, devido ao critério de geocodificação implementado é possível realizar consultas e estatísticas espaciais por município, unidades de mapeamento, processo de solicitação de Áreas Aquícolas e maricultor. A base de dados está preparada para receber outras tabelas auxiliares, necessárias para ampliar as possibilidades de atendimento às necessidades de informações para gestão da atividade e para um sistema de rastreabilidade.

A implementação das unidades de mapeamento utilizando o critério de geocodificação proposto permite fazer consultas e análises por estado, municípios e unidades de mapeamento. A modelagem prevista para agregar as tabelas auxiliares à base de dados faz com que o sistema esteja pronto para evoluir para finalidades de gestão que podem atender às necessidades das instituições responsáveis pelo ordenamento da atividade, fiscalização sanitária e pelos próprios produtores na gestão do seu negócio.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 4.895 de 25 de novembro de 2003. Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aqüicultura, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 nov. 2003. Sessão 1, p. 62.

BRASIL. Instrução Normativa nº17 de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre critérios e procedimentos para formulação e aprovação de Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura –PLDM. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 set. 2005. Sessão 1, p. 331.

BRASIL. Instrução Normativa no1 de 10 de outubro de 2007. Estabelece os procedimentos operacionais entre a SEAP/PR e a SPU/MP para a autorização de uso dos espaços físicos em águas de domínio da União para fins de aqüicultura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 out. 2007. Sessão 1, p. 109.

CARVALHO, R. A. P. L. F., 2006. Implementação de Sistemas de Rastreabilidade na Cadeia de Produção de Pescados. In: II SIMPÓSIO DE CONTROLE DO PESCADO – SIMCOPE. 06 a 08 de Junho de 2006. São Vicente, SP. Brasil

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION.**Codex Alimentarius:** Procedure Manual. World Health Organization - WHO and Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. 19 ed. 2010. 192p. ISBN 978-92-5-106493-1

COMISSÃO DE 22 DE OUTUBRO DE 2001. Regulamento (CE) N.o 2065/2001 Estabelece as regras de execução do Regulamento (CE) n.o 104/2000 do Conselho no respeitante à informação do consumidor no sector dos produtos da pesca e da aquicultura. < http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/consleg/2001/R/02001R2065-20070101-pt.pdf> Acessado em 08/06/2010.

EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. Sistema de Informações Geográficas – SIGEO: Área de conhecimento - Aquicultura e Pesca; Serviço de Mapas - PLDM-SC - Maricultura. 2010. <http://sigeo.epagri.sc.gov.br/epagri/> Acessado em 18/05/2010.

ESRI. Arc Gis Server. Sítio de informações sobre o sistema. < http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisserver/index.html> Acessado em 29/07/2010.

GOLDBERG, D.W. **A Geocoding Best Practices Guide**. University of Southern Califórnia. Califórnia, 2008. 287 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Metodologia da Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. 5 p.

MPA – MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Sistema de Informações das Autorizações de Uso das Águas da União para Fins de Aquicultura. < http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/sinau_web/html2/tramitehttp://www.mpa.gov.br/mpa/seap/sinau_web/html2/tramite.html> acessado em 29/07/2010.

NAFIQAVED - NATIONAL FISHERIES INSPECTION AND VETERINARY DIRECTORATE. **Traceability System of Fish Products** - Legislation to Implementation in Selected Countries. UNU – Fisheries Training Programme, Reykjavik, Iceland, 2004. 82p.

OLIVEIRA NETO, F. M. **Diagnóstico do cultivo de moluscos em Santa Catarina**. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. 2005. 67p. ISSN 0100-8986

REBOLEIRA, A. S. P. S. Microalgas Tóxicas Perigo Efectivo para a Saúde Pública. Jornadas do Mar. 2004. 307-310 pp. <http://jornadasdomar.marinha.pt/PT/trabalhos/Pages/Actas_2004.aspx> acessado em 18/05/2010.

SEAP - SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Programa Nacional de Desenvolvimento da Maricultura em Águas da União**. Brasília: SEAP, 2005. 44p.

SEAP - SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura PLDM de Santa Catarina. Brasília, 2007. 318 p. http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/html/aquicultura/index2.html Acessado em 16/05/2007.

SCHRAMM, M. A. **Ocorrência de Toxinas Amnésicas, Paralisantes e Diarréicas na Carne de Moluscos Cultivados em Santa Catarina:** Segurança Alimentar e Saúde Pública. Tese (Doutorado) - Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar – CTTMar. 2008. 112p.

SÜHNEL, C. **Sistema de Gerenciamento para a Rastreabilidade da Cadeia Produtiva da Mitilicultura**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Centro de Ciências Agrárias. 2007. 137p.

SÍNTESE Informativa da Maricultura. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, 2009. Relatório sobre produção da maricultura em Santa Catarina. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br> Acesso em: 01 out. 2009.

THOMPSON, M.; SYLVIA, G.; MORISSEY, M.T. Seafood Traceability in the United States: current trends, system design, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.1, p.1-7. 2005.

VIANNA, L. F. N. Métodos determinísticos ou probabilísticos de representação e análise espacial de dados para seleção de sítios em sistemas de informações geográficas? O exemplo da maricultura em Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), Florianópolis, 2007.. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 3195-3202. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.10.19.18>. Acesso em: 15 set. 2009.

Recebido em outubro de 2009
Revisado em julho de 2010
Aceito em setembro de 2010