

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA RASTREABILIDADE PARA A CADEIA PRODUTIVA DA MITILICULTURA

Charles SÜHNEL¹; Fernando Augusto da Silva CRUZ²;
Luiz Henrique BEIRÃO³

RESUMO

O incremento da globalização da cadeia de alimentos combinada com recentes deflagrações do surgimento de enfermidades tem intensificado os interesses sobre os assuntos de segurança alimentar. A segurança dos alimentos tem se tornado um importante atributo de qualidade alimentar. Todas as etapas da cadeia de produção, industrialização e distribuição de moluscos necessitam ser rastreadas visando a garantia na qualidade do produto. Programas de rastreabilidade para as etapas da cadeia produtiva são essenciais para a logística e o gerenciamento da maricultura. A implementação de sistemas de rastreabilidade requer o desenvolvimento, o teste e a validação de suas metodologias de aplicação. O objetivo deste trabalho foi propor um estudo de caso para validar a metodologia no desenvolvimento de um sistema de gerenciamento da rastreabilidade na cadeia produtiva da mitilicultura. Como estudo de caso foi criado um sistema de gerenciamento da rastreabilidade para validar a metodologia proposta. Através da implementação deste sistema, foi possível verificar e comprovar a eficácia da metodologia proposta, que com algumas adaptações pode ser aplicada a outras espécies.

Palavras-chave: Moluscos, Cadeia Produtiva, Qualidade de Alimentos, Metodologia de Rastreabilidade.

TRACEABILITY MANAGEMENT SYSTEM FOR THE MUSSEL SUPPLY CHAIN

ABSTRACT

The increase in the globalization of food chain, combined with recently occurring deflagrations of sprouting diseases, has resulted in intensified interests on the subjects of necessary food security. All the stages of the production chain, industrialization, and distribution of mollusk need to be tracked, aiming to guarantee product quality. Programs of traceability for the stages of the production chain are essential for logistic and the management of the aquaculture. The implementation of traceability systems requires the development, the test and the validation of its methodologies of application. The objective of this work was to consider a methodology for the traceability of the production chain of the Mussel culture. As case study, a system of management of traceability was created to validate the methodology proposal. Through this system, it is now possible to verify the effectiveness of the methodology proposal. This adaptive methodology, can be applied to other species as well in the near future.

Keywords: Mussel, Supply Chain, Food Quality, Methodology of Traceability.

Relato de Caso: Recebido em: 08/05/2007; Aprovado em: 08/04/2009

¹ Pesquisador - Mestre em Ciência de Alimentos – UFSC – e-mail: charlesuhnel@yahoo.com.br

² Professor Dr. – Depto. de Informática / CTC / UFSC – e-mail: cruz@inf.ufsc.br

³ Professor PhD. – Depto. de Ciência e Tecnologia de Alimentos / CCA / UFSC – e-mail: berao@cca.ufsc.br

INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial faz aumentar a necessidade de se produzir alimentos e buscar novas alternativas; o mar se afigura como uma das mais promissoras dentre essas alternativas. É nesse sentido que a maricultura, constitui uma “nova fronteira” mundial na produção de alimentos. O mar deixa de ser tão somente uma fonte de turismo, lazer e recursos naturais e passa a ser encarado como uma área cultivável, que necessita de cuidados e proteção (MARQUES, 1998).

Durante as últimas décadas, observou-se um aumento significativo no que diz respeito à preocupação com a segurança e a qualidade dos alimentos. Este interesse se atribui principalmente no controle de bactérias, parasitas, vírus, aditivos químicos e contaminantes que podem ser perigosos para o homem quando estes são introduzidos na cadeia alimentar, seja durante a produção ou o processamento (MC KEAN, 2001).

Com a aprovação da Lei Geral dos Alimentos, em 21 de fevereiro de 2002, a União Européia confrontou o setor alimentício com a noção de rastreabilidade. Antes desta data, rastreabilidade era vista como um assunto qualquer sem nenhuma obrigação e exigências legais a cumprir por parte das indústrias. Embora algumas nações tivessem maior alcance regulatório na área de rastreabilidade devido, por exemplo, a obrigações com o sistema HACCP (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), elas não possuíam obrigações quanto à rastreabilidade na cadeia produtiva.

Recentes incidentes como o caso do BSE (Encefalopatia Espongiforme Bovina) na indústria Inglesa de carnes e da utilização na alimentação animal de pescado contaminado com o antibiótico Cloranfenicol demonstraram, aos consumidores, a incapacidade de identificar e rastrear produtos ao longo da cadeia de alimentos. Estas empresas, por não estarem capacitadas e não possuírem sistemas de controle de qualidade adequadamente implementados, conseqüentemente aquém de bancos de dados com registros e relatórios, despendem altíssimos custos para tentar minimizar sua imagem negativa, além de responderem administrativa e criminalmente (DERRICK and DILLON, 2004).

A maricultura é uma atividade recente em Santa Catarina. Tendo como precursora a mitilicultura (cultivo de mexilhões), a cadeia produtiva desta atividade possui diversas etapas, convergentes e divergentes, pelas quais os mariscos são submetidos, desde sua origem como sementes, até serem oferecidos aos consumidores em pratos com elevado requinte e sabor.

Com o incremento industrial no processo de produção

de moluscos, o consumidor deseja conhecer a origem (espécie, local, condições relativas ao ambiente de cultivo, a captura, etc.), as transformações durante o processamento e a distribuição dos produtos alimentícios (Pascal and Mahé *apud* FREDERIKSEN and GRAM, 2004). Por estas razões, as autoridades governamentais e os setores produtivos, principalmente de países desenvolvidos, se deparam com a necessidade de assegurar aos consumidores garantias mínimas de inocuidade, qualidade e informações através da formulação dos regulamentos e normativas que incorporam a rastreabilidade como uma ferramenta fundamental para concretizar estes objetivos. Hoje em dia, a rastreabilidade está amplamente reconhecida como a base de qualquer sistema moderno de controle de inocuidade alimentar, integrando aspectos de saúde animal e de higiene dos alimentos (CAPORALE *et al.*, 2001).

O objetivo deste trabalho foi propor um estudo de caso para validar a metodologia no desenvolvimento de um sistema de gerenciamento da rastreabilidade na cadeia produtiva da mitilicultura.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Identificação e mapeamento da cadeia produtiva da mitilicultura

A metodologia para obtenção do sistema de rastreabilidade foi criada com base em estudos e observações práticas realizadas. A cadeia produtiva da mitilicultura foi mapeada tendo sido identificadas as seguintes fases: obtenção de sementes, produção ou engorda, transporte dos para a indústria, transformação (indústrias), representação, distribuição, varejo e consumidor final.

A cadeia produtiva da mitilicultura foi dividida em oito etapas denominadas: Sementes, Engorda, Transporte, Indústria, Representantes, Distribuidora, Varejo e Consumidor.

A etapa de obtenção de sementes dos mexilhões foi subdividida em quatro: laboratórios de reprodução, sistema de captação natural, coleta das sementes em bancos naturais e mercado de compra e venda de sementes.

2.2 Modelagem do sistema de gerenciamento da rastreabilidade para a cadeia produtiva da mitilicultura

Além dos estudos anteriores, o sistema foi idealizado com base na análise das informações coletadas à partir de formulários aplicados junto aos produtores seguindo uma ordenação em termos de cadastro, localização e controle. Os formulários foram criados tendo como base a revisão da literatura

efetuada, e de acordo com as peculiaridades de cada etapa e sub-etapas da obtenção de sementes, produção ou engorda, transporte para a indústria, transformação, representação, distribuição, varejo e consumidor final; definidas na identificação e mapeamento da cadeia produtiva da mitilicultura. Os formulários de controle foram inicialmente ordenados conforme a identificação e geração de cada lote de sementes oriundos das sub-etapas de laboratórios de reprodução, sistema de captação natural, coleta das sementes em bancos naturais e mercado de compra e venda de sementes de mexilhões. Os lotes das sementes gerados foram, também, identificados através de códigos. Na seqüência, estes lotes (sementes codificadas) partem para as etapas posteriores, de produção ou engorda, transporte para a indústria, transformação, representação, distribuição, varejo e consumidor final.

Em cada uma destas etapas e sub-etapas, os lotes das sementes codificadas vão agregando informações que são inseridas nos formulários de controle (cada qual de acordo com as informações que carecem de registro e armazenamento de dados). Após a definição da metodologia, foi especificado e implementado um Sistema de Gerenciamento da Rastreabilidade tendo o seu funcionamento baseado em tecnologia da informação, o que será descrito a seguir.

2.3 Especificação do Sistema de Gerenciamento da Rastreabilidade para a Cadeia Produtiva da Mitilicultura

Durante esta etapa fez-se a modelagem do sistema, que consiste basicamente da extração das informações que são essencialmente relevantes para a sua implementação. Assim sendo, o sistema tem como objetivo o registro de informações sobre empresas, órgãos, entidades etc., envolvidas no processo da obtenção de sementes, produção, transporte para a indústria, transformação (indústrias), representação, distribuição, venda e consumidor final dos mexilhões, com o intuito de se poder rastrear, posteriormente, o histórico de um determinado lote.

Cada etapa é administrada por seus atores, encarregados de registrar os dados sobre a entidade responsável, sua localização e controle de cada lote. Cada ator é responsável por uma ou mais etapas. A este cabe a função de registrar entidades que constituem a etapa de sua responsabilidade, bem como sua localização e informações sobre o controle

de cada lote. Ao serem registradas tais informações de controle, é gerado um código do lote que servirá de referência para que o ator responsável pelas próximas etapas possa dar continuidade ao sistema de rastreabilidade.

Na área de rastreamento, o ator informa o código do lote e tem acesso ao relatório contendo os dados deste lote. Cada ator visualizará somente os dados da sua etapa e das etapas anteriores, exceto o ator-administrador. Este não possui restrição de acesso.

O sistema apresenta restrições de segurança, que definem para cada usuário o nível de acesso a ele concedido (somente leitura, leitura e gravação ou acesso negado) ao arquivo e/ou campo. Este recurso impede que pessoas não autorizadas utilizem ou atualizem um determinado número de registro e/ou lote.

Na área administrativa, cujo acesso é restrito ao ator-administrador, pode-se consultar, apagar e alterar os registros de entidades.

Na Figura 1 é apresentada a especificação do sistema através de um diagrama de classes.

2.4 Tecnologias empregadas na implementação do Sistema de Gerenciamento da Rastreabilidade para a Cadeia Produtiva da Mitilicultura

Existem no mercado diversas ferramentas e tecnologias para desenvolvimento de home-pages dinâmicas associadas com uso de bancos de dados. Neste sistema, a escolha das ferramentas teve como critério o uso de tecnologias gratuitas para dispensar os gastos com softwares e licenças. Apesar de serem gratuitas, o desempenho e eficiência das mesmas na Internet foi também um fator levado em conta. O Sistema de Gerenciamento da Rastreabilidade para a Cadeia Produtiva da Mitilicultura foi desenvolvido através do emprego de três tecnologias, sendo duas linguagens (HTML e PHP) e um banco de dados (MySQL).

A linguagem HTML foi utilizada para a criação das páginas estáticas (formulários) e sua exibição (lay out) no navegador (browse), assim como para a coleta e montagem das consultas de informações.

A linguagem PHP foi utilizada para a criação das páginas web dinâmicas (preenchimento dos formulários) e sua interação com o banco de dados, proporcionando a inserção dos campos para preenchimento nos formulários de cadastros, localização e controles; e repasse destas informações para o banco de dados (MySQL) em forma de consultas inerentes à linguagem SQL.

O sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL foi utilizado para o ordenamento das informações e parâmetros coletados nos formulários de cadastro, localização e controle. Essa tecnologia

foi empregada também com o objetivo de efetuar a interação do usuário com o sistema de rastreabilidade através das inserções e consultas de informações e geração dos códigos dos lotes de moluscos.

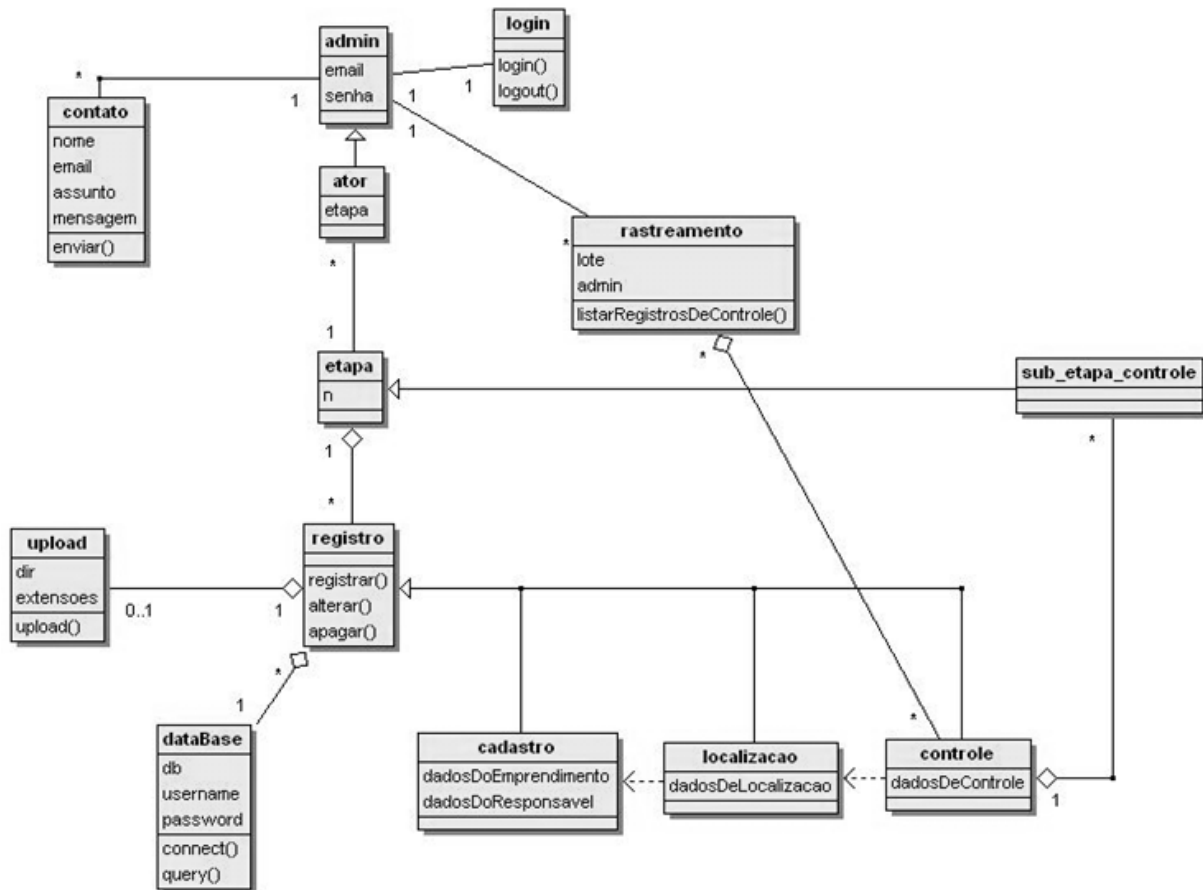


Figura 1. Diagrama de Classes da especificação do Sistema de Gerenciamento da Rastreabilidade para a Cadeia Produtiva da Mitilicultura

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

Na Figura 2a é apresentada a tela inicial do sistema de gerenciamento da rastreabilidade para a cadeia produtiva da mitilicultura. Esta tela representa o menu geral de opções. A partir da escolha feita pelo usuário, podem-se contemplar todas as etapas da cadeia produtiva da mitilicultura. Para utilizar o sistema o usuário deverá realizar um cadastro, para isto é necessário que faça escolha primeiramente pela opção **etapas**, em seguida **cadastro de novos atores** e selecionar, conforme a Figura 2b, a etapa correspondente a sua atuação na cadeia produtiva. Posteriormente, deverá preencher os campos de informações referenciados na Figura 3a, criando um e-mail e senha (Figura 3b) que possibilita acesso ao sistema (Figura 4a).

Através da visualização das Figuras 4b, 5, 6, 7 e 8, tem-se um acompanhamento das seções e principais funcionalidades do sistema, tais como **cadastro** de informações dos usuários (inserção no banco de dados) pertinentes a cada etapa da cadeia produtiva da mitilicultura (obtenção de sementes, produção, transporte para a indústria, indústrias, representação, distribuição, venda e consumidor final), **localização** e **controle** da rastreabilidade dos mexilhões.

Na seção **cadastro** do sistema, os usuários deverão inserir todos os dados pertinentes ao seu cadastro, conforme podem ser visualizado na Figura 4b.

Na seção **localização**, deverão ser inseridas as informações, mapas e croquis do local onde se situa a referida etapa do sistema produtivo de mexilhões, de acordo com a Figura 5a.

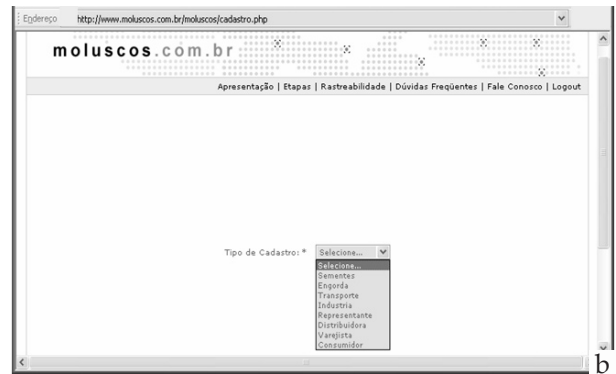


Figura 2. Captura de telas do sistema. (a) Tela inicial com etapas. (b) Tipos de cadastro de novos atores.

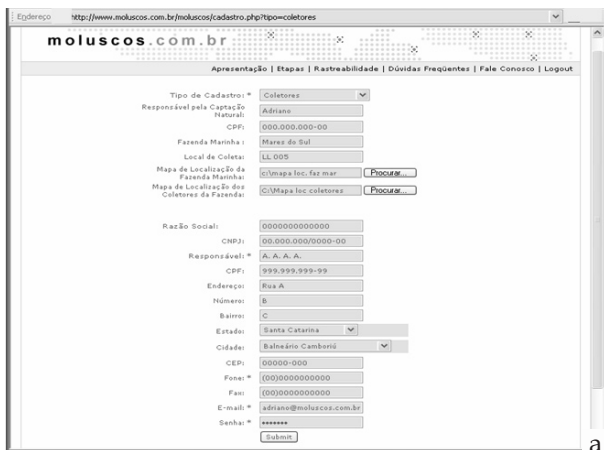


Figura 3. Captura de telas do sistema. (a) Campos de preenchimento de novos atores. (b) Login seção sementes.

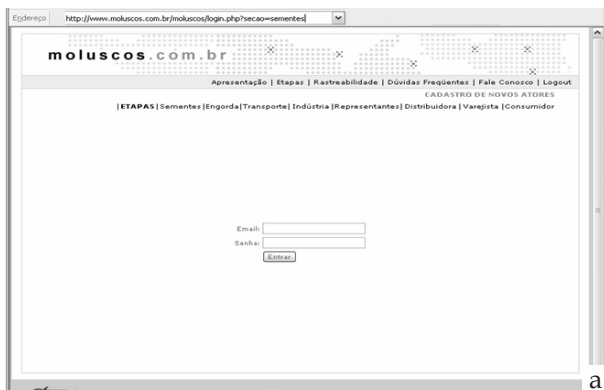


Figura 4. Captura de telas do sistema. (a) Seção semente com subseções. (b) Seção semente; subseção hatchery/laboratório; módulo cadastro.

Na seção controle do sistema, a origem, o histórico do produto, todos os processos e procedimentos aos quais foi submetido deverão ser devidamente registrados por meio do preenchimento dos campos de informações pertinentes a cada etapa da cadeia produtiva da mitilicultura. Algumas seções e campos de controle podem ser visualizados nas Figuras 5b, 6b, e 7b.

A medida que o produto transcorre pela cadeia produtiva e é devidamente registrado, recebe automaticamente um código identificador a cada etapa pela qual é submetido, o que pode ser observado na Figura 6a e 7a.

Quando for solicitada qualquer informação acerca do registro, localização e/ou controle de determinado lote de mexilhões, a qualquer instante e em qualquer ponto da cadeia produtiva, esta poderá ser obtida pelo usuário através da opção rastreabilidade, visualizada na figura 8a.

Na seção de rastreabilidade (Figura 8a), o usuário deverá inserir o código do registro (no exemplo foi in-

serido o código 2-2-5-0-0-4-4-0-0-0-6-5-5-5) e pressionar o botão enviar. Posteriormente, será visualizado um relatório contendo informações oriundas da base de dados relativas ao código do registro rastreado: código 2-2-5-0-0-4-4-0-0-0-6-5-5-5 (Figura 8b).

Conforme o interesse do usuário, este poderá selecionar individualmente um item desta lista, para exibição na tela. O exemplo da Figura 8c exibe informações acerca do varejista pelo qual o lote do mexilhão de código 2-2-5-0-0-4-4-0-0-0-6-5-5-5 foi submetido.

Deve-se ressaltar que, cada ator possui restrições quanto à determinada visibilidade do sistema, isto implica que dependendo do nível de privilégio atribuído, alguns atores terão acesso restrito à informações confidenciais, tendo, por exemplo, permissão somente de leitura ou até mesmo dependendo do caso, acesso bloqueado ao conteúdo das informações. Deste modo, o sistema possui embutido mecanismos de segurança das informações, inerente à sistemas desta categoria.

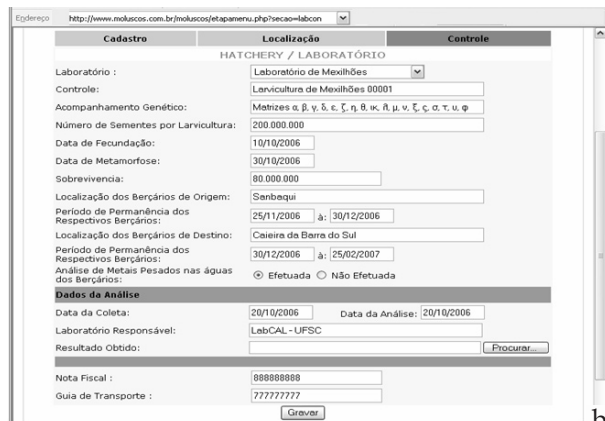
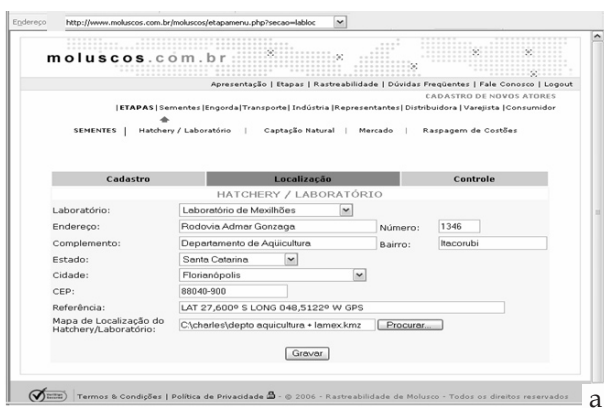


Figura 5. Captura de telas do sistema. (a) Seção semente; subseção hatchery/laboratório; módulo localização. (b) Seção semente; subseção hatchery/laboratório; módulo controle.



Figura 6. Captura de telas do Sistema. (a) Geração do código de registro (b) Seção Engorda; módulo controle; registros hidrográficos e meteorológicos.



Figura 7. Captura de telas do Sistema. (a) Seção Indústria; módulo de Controle; Sub-seção LOTE: 2250044000000. (b) Seção Indústria; Pratos Prontos; Dosagem de Moluscos.

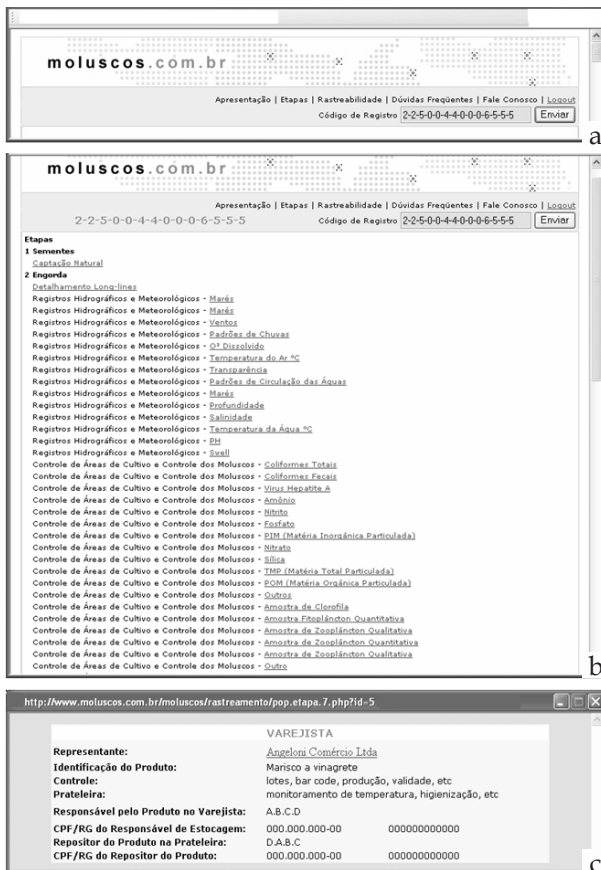


Figura 8. Captura de telas do sistema. (a) Rastreado o código de registro nº 2250044006555. (b) Listagem de registros do código nº2250044006555. (c) Exemplo de rastreamento de informações do código de registro nº 2250044006555 - varejista.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maricultura brasileira atravessa um importante momento onde a elevação da demanda de moluscos resulta em um aumento da produção. Com o aumento

e a aquisição de novos sistemas de produção em escala industrial, a oferta de moluscos tenderá também a crescer. A segurança alimentar sofrerá também este crescimento proporcional?

Um Sistema de Rastreabilidade eficiente com custos aceitáveis, mais do que a mera identificação de um grupo de produtos genéricos, deverá localizar, com precisão, qualquer problema de segurança alimentar relativo a uma origem geográfica específica, a uma unidade de beneficiamento ou de industrialização e até a especificação de qualquer processo na cadeia ou de um lote específico. Conforme visualizado anteriormente, o Sistema de Gerenciamento da Rastreabilidade para a Cadeia Produtiva da Mtilicultura, totalmente disponível para acesso eletrônico através da url: <http://www.tede.ufsc.br/teses/PCAL0209-D.pdf>, é capaz de emitir relatórios que contenham todo o histórico do produto.

O sistema apresentado enquadra-se em duas áreas principais. Em primeiro lugar, a conservação das reservas naturais de moluscos para garantir a disponibilidade contínua desse recurso para as gerações futuras. Em segundo, garantir que o produto fornecido aos consumidores esteja isento de riscos para a saúde. Foi para a segunda área que o projeto: Sistema de Gerenciamento da Rastreabilidade para a Cadeia Produtiva da Mtilicultura esteve mais orientado, apesar de exercer diversos registros abrangendo a primeira área. O sistema atual procura garantir que, em cada fase de produção, processamento e distribuição dos moluscos, ao longo da cadeia de suprimentos, sejam registradas as medidas adequadas para manter o produto destinado ao consumo humano de acordo com os

mais altos padrões de qualidade. Contudo, ainda não existe a automatização plena do sistema. Em diversas etapas dos processos de produção, processamento e distribuição foram implementadas medidas analógicas de inserções de dados, necessitando o preenchimento dos campos conforme os pontos do sistema. Esta característica de controle manual limita o tempo de resposta do sistema de rastreabilidade, não coordenado e pouco consistente.

Faz-se necessária a adequação do sistema frente a inclusão de novas funcionalidades. Um refinamento visando total informatização, automação e implementação do uso de códigos de barras. Estas ações futuras serão peças chave na busca de melhorias no padrão do gerenciamento e rastreabilidade de todos os segmentos das cadeias de produção, beneficiamento e distribuição dos mexilhões. A integração destas cadeias de produção, beneficiamento e distribuição dos moluscos ao mundo virtual se fazem necessárias devido aos níveis de excelências e de referência que os consumidores vêm exigindo a cada dia.

De acordo com a nova metodologia proposta para a Rastreabilidade da Cadeia Produtiva da Mitilicultura, através do estudo de caso desenvolvido com a criação do Sistema de Gerenciamento da Rastreabilidade, obteve-se relatório contendo todo o registro, a localização e o controle histórico do produto, que compreende a informação que os usuários e consumidores necessitam saber para efetuar a rastreabilidade do produto.

Como forma de comprovar a eficácia da metodologia proposta, fez-se uso do sistema, inclusive em alguns casos coletando dados reais, a fim de que pudéssemos constatar, de posse dos relatórios obtidos, que o emprego da metodologia, nos dá evidências de termos em mãos um produto com alto grau de confiabilidade.

Pretende-se que este sistema torne-se um modelo a ser seguido, especialmente por organismos reguladores, no que tange à implantação de um programa de controle e segurança alimentar a ser aplicado em larga escala.

Através da manipulação de dados reais, sucessivos refinamentos poderão ser feitos, ocasionando modificações que juntamente com a fase de testes exaustivos, ressaltem significativas melhorias no sistema.

Também poderão ser feitas adaptações e incluídas novas opções, recursos, funcionalidades, objetivando

a completa automatização do sistema em busca de um melhor gerenciamento.

O sistema, com o seu amadurecimento, deverá ser refinado e detalhado com o objetivo de atender e agregar mais ferramentas para a inclusão e operacionalização de diversos equipamentos, tais como utilizando-se recursos wireless, rede de micro-sensores, coleta de registros automáticos através de códigos de barra utilizando-se, por exemplo, PDAs, processamento e gerenciamento de informações realizadas em tempo real, inclusive com a inserção de informações posicionais feitas através de equipamentos GPS, para um completo mapeamento, por exemplo, da localização das fazendas marinhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAPORALE, V.; GIOVANNINI, A.; DI FRANCESCO, C.; CALISTRI, P. 2001 Importance of the traceability of animals and animal products in epidemiology. *Revue Scientifique et technique de l'Office International des Epizooties (OIE)*, 20 (2), 372-378.
- DERRICK, S. e DILON, M. 2004 A guide to traceability within the fish industry. Sippo / Eurofish. 78p
- FREDERIKSEN, M. e GRAM, L. 2004 Assessment and management of seafood safety and quality. *FAO Fisheries technical paper* N° 444. H. H. Huss, L. Ababouch y L. Gram (Eds.). *Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO)*, Roma 2004. 230p.
- MARQUES, H.L.A. 1998 *Criação comercial de mexilhões*. São Paulo: Nobel. 111p.
- MC KEAN, J. D. 2001 The importance of traceability for public health and consumer protection. *Revue Scientifique et technique de l'Office International des*