

REVISTA ELETRÔNICA DE TECNOLOGIA E CULTURA

revistaeletronica@fatecjd.edu.br

Publicação trimestral

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Faculdade de Tecnologia de Jundiaí

Jundiaí – SP – Brasil

Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura

Edição 3 - Número 3 – Setembro – Novembro 2011

Editora: Profa. Ms. Marianna Lamas

Jundiaí, Setembro de 2011.

LINHA EDITORIAL

A Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura, em versão exclusivamente eletrônica, é uma publicação trimestral da Faculdade de Tecnologia de Jundiaí (FATEC-JD), do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza do Estado de São Paulo. Foi criada com três objetivos básicos:

- a) divulgar a produção científica que se avoluma, na área, nas universidades brasileiras, permitindo que esta circule e seja discutida de forma crítica e referenciada;
- b) estimular o debate acadêmico sobre a temática de Tecnologia e Cultura em suas diferentes dimensões, valorizando, sobretudo, os diálogos interdisciplinares;
- c) contribuir, de forma decisiva, para a crítica e proposição de modelos de intervenção, pública ou privada.

A Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura é uma revista de orientação pluralista e publica trabalhos científicos de colaboradores nacionais e internacionais que apresentem contribuições originais, teóricas ou empíricas, relacionadas às áreas de Eventos, Informática, Logística, Ciência e Tecnologia e áreas correlatas. Estando vinculada a uma faculdade de tecnologia multidisciplinar, valoriza o diálogo interdisciplinar, abrindo espaços para contribuições de outras áreas do conhecimento. Seu Conselho Editorial é composto por professores e pesquisadores de várias instituições do país.

EXPEDIENTE

Editora

Marianna Lamas – FATEC-JD

Conselho Editorial

Antonio César Galhardi – FATEC – JD
Carlos Eduardo Schuster – FATEC – JD
Eduardo Romero de Oliveira – UNESP
Emerson Freire – FATEC - JD
Érico Francisco Innocente – FATEC - JD
Francesco Bordignon – FATEC – JD
Helena Gemignani Peterossi – FATEC – SP
João José Ferreira Aguiar – FATEC – JD
Jucelaine Lopes de Oliveira – FATEC-JD
Lívia Maria Louzada Brandão – FATEC - JD
Marianna Lamas – FATEC – JD
Mário Ramalho – FATEC – JD
Orlando Fontes Lima Jr. – UNICAMP
Solange Munhoz – FATEC - JD
Sueli S. dos Santos Batista – FATEC – JD
Vivaldo. J. Breternitz - MACKENZIE

EDITORIAL

Profa. Msc. Marianna Lamas¹

Desde o lançamento do primeiro número da Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura da Fatec-Jd (RETC), em dezembro de 2009, destaco a imensa satisfação que sinto ao publicar cada novo número desta.

Escrever o editorial deste oitavo número é, mais do que nunca, muito gratificante e me enche de orgulho porque nele encontra-se mais uma grande conquista da RETC. Conquista esta desejada por todos da equipe desde o momento da sua criação.

Esta conquista refere-se à indexação que RETC recebeu do Sistema [LATINDEX](#) - Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de America Latina, el Caribe, España y Portugal. UNAM, Universidad Nacional Autónoma de Mexico. A RETC encontra-se indexada em duas, das três bases do sistema, são elas: o Diretório e o Catálogo.

Um dos principais objetivos da RETC é incentivar a divulgação da produção científica que vem sendo realizada nas faculdades e universidades brasileiras. E, para tanto, sempre desejamos e esperamos que a cada edição a RETC possa contar com a participação crescente de outras faculdades e universidades brasileiras.

O oitavo número da RETC confirma estas expectativas ao publicar cinco artigos oriundos da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Universidade Federal da Grande Dourados e Embrapa, além da Faculdade de Tecnologia de Jundiaí (Fatec-Jd).

Retomando minha fala de outros editoriais, destaco que todo o trabalho realizado na RETC é um processo que nunca está finalizado, mas a caminho de aprimoramentos que buscamos realizar a cada edição.

E como um trabalho de edição não se realiza sozinho, gostaria de agradecer a todos os envolvidos nos processos da RETC, em especial aos pareceristas e autores. Mais uma vez muito obrigada!

Boa leitura!

¹ Professora dos Departamentos de Logística e Eventos da Fatec-Jd e editora da Revista de Tecnologia e Cultura desta instituição.

Sumário

ANÁLISE DE OPÇÕES DE PERSISTÊNCIA PARA APLICAÇÕES MÓVEIS CORPORATIVAS	1
MODELO DE SIMULAÇÃO PARA AVALIAR O ATENDIMENTO DE UMA CASA LOTÉRICA – UM ESTUDO DE CASO	9
SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO	20
AÇÕES GOVERNAMENTAIS PRIORITÁRIAS PARA OTIMIZAÇÃO DO USO DA CABOTAGEM NOS PORTOS BRASILEIROS.....	30
A IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGAS.....	38

ANÁLISE DE OPÇÕES DE PERSISTÊNCIA PARA APLICAÇÕES MÓVEIS CORPORATIVAS

Carla Prado RAMOS SILVA
Faculdade de Computação e Informática
Universidade Presbiteriana Mackenzie - UPM
São Paulo – SP – Brasil
30782317@mackenzista.com.br

Fabio Silva LOPES
Faculdade de Computação e Informática
Universidade Presbiteriana Mackenzie - UPM
São Paulo – SP – Brasil
fabio.lobes@mackenzie.br

RESUMO

Este artigo descreve um estudo exploratório realizado com dispositivos móveis disponíveis no mercado atual, com foco em ferramentas de persistência para suporte ao desenvolvimento de aplicações móveis. Para viabilizar o desenvolvimento de aplicações integradas ao ambiente empresarial, é necessário trabalhar o armazenamento de dados em plataformas heterogêneas. Desta forma, estudaram-se as ferramentas de persistência de dados disponíveis para dispositivos móveis. As características foram levantadas, analisadas e comparadas. Obteve-se por fim, um quadro comparativo dos recursos atuais disponíveis neste contexto.

PALAVRAS CHAVE: dispositivos móveis, persistência de dados, banco de dados embarcado

ABSTRACT

This paper describes an exploratory study achieved with the mobile device available at the current market, focusing on persistency tools which help the development of mobile applications. Integrating the application development to the corporate environment is feasible if data management is handled in heterogeneous platforms. Furthermore, the persistency platforms available for mobile device were studied and the features were identified, analyzed and compared. As a result, a comparative chart was made with the current resources available for this context.

KEYWORDS: mobile devices, data persistence, embedded database.

INTRODUÇÃO

Os séculos XX e XXI foram berço das maiores criações e evoluções tecnológicas presenciadas pela humanidade, principalmente no que diz respeito à computação. Dentre essas criações estão os celulares, que trouxeram um novo conceito ao dia-a-dia das pessoas: a mobilidade.

Os primeiros celulares eram grandes em tamanho e possuíam recursos limitados, como área de alcance e autonomia de bateria, mas mesmo assim tornaram realidade a possibilidade de realizar

e receber ligações fora de sua residência. Com o avanço da tecnologia novas funções foram incorporadas a estes dispositivos, como agenda de contatos, calendário com anotações de compromissos, jogos, entre outras.

As facilidades trazidas com a mobilidade e o poder computacional crescente dos dispositivos fizeram com que o grau de dependência por estes dispositivos aumentassem, e fizessem com o que os celulares se tornassem parte essencial no dia-a-dia de muitas pessoas, seja como ferramenta de trabalho e contato com clientes ou como ferramenta de comunicação instantânea.

Paralelamente à evolução dos celulares, surgiram outros dispositivos móveis com funcionalidades específicas, como *Personal Digital Assistants* (PDAs - Assistentes Digitais Pessoais), *notebooks* e *netbooks*, que funcionam como computadores portáteis e móveis, com funcionalidades inferiores a um computador de mesa, mas perfeitos para funcionários de empresas que estão sempre em movimento e precisam realizar funções básicas de processamento computacional.

A melhoria nas técnicas utilizadas na fabricação destes dispositivos e o preço dos componentes de *hardware* em queda possibilitaram o surgimento de dispositivos como *smartphones* que reúnem as principais funcionalidades de celulares e PDAs, por exemplo. Com esta rápida evolução, passou a ser possível criar aplicações incorporadas com poder computacional que há poucos anos atrás se diziam impossíveis (SELTZER, 2008).

Dispositivos móveis passaram a abrigar sistemas operacionais e possibilitaram que aplicativos fossem construídos para suas plataformas, expandindo suas funcionalidades e caminhando para a convergência tecnológica. Dentre os aplicativos que puderam ser desenvolvidos estão aqueles que auxiliam funcionários de empresas a realizarem suas tarefas remotamente, seja consultar uma lista de clientes armazenados no banco de dados central ou consultar transações de seus sistemas de *Enterprise Resource Planning* (ERP - Sistemas Integrados de Gestão Empresarial).

A necessidade de armazenar informações nestes dispositivos móveis exigiu que recursos de memória e armazenamento aumentassem, mas a realidade ainda não alcança os computadores pessoais. Com esta restrição imposta, aplicativos devem armazenar de forma inteligente os dados necessários para que estas aplicações cada vez mais complexas possam ser executadas nestes dispositivos. O armazenamento e recuperação de dados em memória secundária geralmente é implementado por meio de ferramentas de persistência de dados, disponíveis na forma de API (*Application Programming Interface*) ou Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD).

Utilizar ferramentas de persistência de dados internos aos dispositivos torna-se possível com o uso de Bancos de Dados Embarcados. As informações que devem ser armazenadas podem vir de sistemas empresariais existentes, havendo necessidade de sincronização de informações, ou podem ser utilizados apenas localmente para armazenar informações produzidas pelo aplicativo móvel.

Muitas empresas manifestaram interesse em desenvolver aplicações corporativas para dispositivos móveis, visando facilitar o trabalho de seus funcionários e permitir que informações críticas para o negócio possam ser acessadas em qualquer hora e qualquer lugar. No entanto, não há padronização de plataformas, linguagens ou ferramentas de persistência para dispositivos móveis, sendo trabalhoso escolher assertivamente as melhores ferramentas dentre as disponíveis atualmente.

Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo exploratório das principais opções de persistência de dados disponíveis para dispositivos móveis. Este estudo foi a base para a definição do estado atual da tecnologia móvel como nova ferramenta complementar às necessidades corporativas. Foram levantadas as principais plataformas de desenvolvimento para dispositivos móveis para facilitar a escolha da que melhor se adaptará aos requisitos do projeto.

METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos foi realizado um estudo exploratório abordando as ferramentas de persistência de dados disponíveis no mercado. Para fundamentar o estudo, foram realizados levantamento teórico e organização dos principais assuntos relativos ao tema, que são: Paradigmas de Banco de Dados; Histórico e evolução dos dispositivos móveis; Plataformas de desenvolvimento disponíveis; Plataformas de persistência embarcadas.

Após organização do referencial teórico sobre bancos de dados, foram levantados os principais requisitos encontrados quando há desenvolvimento para dispositivos móveis, abordando desde arquitetura até requisitos estritamente ligados à persistência.

Foram realizados levantamento e comparação de opções de bancos de dados compatíveis com os requisitos dos dispositivos móveis. Seus principais pontos positivos e negativos foram evidenciados em um quadro comparativo que pode auxiliar empresas interessadas na criação de diretrizes para o projeto de criação de um *software* embarcado com persistência de dados.

Por fim, elaborou-se um quadro comparativo das ferramentas avaliadas, apresentando as principais características observadas.

PARADIGMAS DE BANCO DE DADOS

Os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) são projetados para armazenar grandes quantidades de dados que são organizados da forma mais relevante para quem os utiliza (SILBERSCHATZ et al, 2006). É considerado também um *software* que facilita os processos de definição, construção, manipulação e compartilhamento de dados entre usuários e aplicações (ELMASRI & NAVATHE, 2007).

Os SGBD surgiram na década de 1970 como resposta ao armazenamento de dados em fitas e aos desenvolvimentos e customizações específicos para armazenamento de dados em aplicações corporativas, que possuíam custo elevado. (CODD, 1970) definiu o modelo relacional de dados e suas principais características, como segurança dos dados, tolerância a falhas para evitar dados anômalos, mecanismos de armazenamento e recuperação de dados, acesso concorrente e simultâneo que não prejudique a integridade dos dados.

Conceitos importantes foram criados, como o de transação e as propriedades ACID (*Atomicity, Consistency, Isolation, Durability* – Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade) (DATE, 2003; ELMASRI & NAVATHE, 2007). Todo SGBD que se diz confiável deve aplicar estas propriedades.

A partir da década de 1980 os bancos de dados relacionais dominaram o mercado de armazenamento de dados. Fabricantes passaram a desenvolver diferenciais em seu produto para obterem maior fatia do mercado, que estava em expansão, com a popularização dos computadores pessoais e melhoria no *hardware* para armazenamento e consulta de dados (SILBERSCHATZ et al, 2006).

Com a evolução dos sistemas e a criação de novos paradigmas de programação, muitas aplicações tiveram um desenvolvimento de requisitos e necessidades que superaram a capacidade de armazenamento dos bancos de dados relacionais, sendo necessária a criação de novos modelos de dados.

A popularização das linguagens de programação orientadas a objetos, com suas estruturas complexas e maior nível de abstração impulsionou a criação dos modelos de dados objeto-relacional e orientado a objetos. Apesar do receio de que este novo paradigma orientado a objetos seria concorrente do relacional, sua complexidade e falta de padronização restringiram seu uso a alguns casos específicos, com baixa penetração de mercado.

Já o paradigma objeto-relacional foi incorporado como funcionalidade extra nos principais fabricantes, mesmo que parcialmente. Desta forma fica facilitado o aproveitamento das estruturas relacionais, adaptando apenas o estritamente necessário para as configurações objeto-relacional.

Além disso, a necessidade de troca de informações entre empresas de forma fácil e passível de alterações impulsionou a *eXtensible Markup Language* (XML, Linguagem de Marcação Extensível) como padrão para troca de informações, e os bancos de dados precisaram desenvolver suporte a esta linguagem. Surgiram os bancos de dados especializados em informações armazenadas em XML. Os bancos relacionais desenvolveram também mecanismos para permitir que seus dados fossem exportados para arquivos XML e armazenados como parte de sua estrutura de dados.

Cada paradigma possui pontos fortes e pontos que merecem melhoria, bem como situações em que é mais indicado utilizar um ou outro. Quando o contexto envolve aplicações para dispositivos móveis, questões como arquitetura e tipo de comunicação e acesso ao banco de dados podem se tornar fatores limitantes quanto à escolha do paradigma de dados.

MOBILIDADE E PERSISTÊNCIA DE DADOS

A possibilidade de acessar informações corporativas em qualquer local e a qualquer momento impulsionaram as pesquisas na área de mobilidade, e estudos surgiram para esclarecer os requisitos desta tecnologia documentando as estratégias que podem atender às diversas necessidades deste mercado (LI et al, 2009).

O principal desafio na área de bancos de dados embarcados está diretamente relacionado com as principais limitações dos dispositivos móveis (LI et al, 2009; YU et al, 2008). Dentre elas, pode-se citar o espaço de armazenamento restrito (memória), tamanho da tela e quantidade de informações que podem ser exibidas simultaneamente, duração da bateria, conexão intermitente e de baixa velocidade. Apesar da constante evolução destas tecnologias e sua redução de preços, um dispositivo móvel ainda encontra-se muito distante de um computador pessoal em termos de tecnologia, como processamento e memória (CENZI et al, 2008).

Há também benefícios ao utilizar aplicações em dispositivos móveis (CENZI et al, 2008; ROMEIRO, 2005), como: tamanho e peso reduzidos, que facilitam o transporte e o uso discreto em diversos ambientes; interfaces gráficas claras e intuitivas, facilitando o acesso às informações buscadas; consumo de energia inferior ao de um computador pessoal e baterias com maior duração; custos de manutenção reduzidos por não haver periféricos instalados.

DESENVOLVIMENTO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS.

Para desenvolver aplicativos para dispositivos móveis era necessário conhecer a linguagem utilizada pelo fabricante, e o desenvolvimento era possível apenas com bibliotecas proprietárias. Tais restrições impediam o funcionamento de um mesmo aplicativo em diversos dispositivos, pois cada novo dispositivo que devesse ser suportado precisaria de um novo desenvolvimento com suas bibliotecas e sistema operacional próprios.

Ainda existem diversos sistemas operacionais proprietários para dispositivos móveis, mas a barreira de compatibilidade entre dispositivos diferentes foi superada com a criação da plataforma *Java Micro Edition* (ME). Com esta plataforma tornou-se possível a criação de um único aplicativo em linguagem Java que pudesse ser executado em todos os dispositivos que possuíssem uma máquina virtual Java, trazendo flexibilidade e liberdade aos desenvolvedores (AMORIM, 2005).

As questões de interoperabilidade permanecem pendentes, pois não há padrão para os diversos sistemas operacionais existentes para os dispositivos móveis. Este fato estende-se para as

camadas de aplicação e persistência de dados. A plataforma Java ME é forte candidata a plataforma de desenvolvimento padrão, mas nem todos os principais fabricantes de dispositivos móveis desenvolveram suporte a ela.

OPÇÕES DE PERSISTÊNCIA DE DADOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Foi realizado um levantamento das principais ferramentas de persistência para dispositivos móveis. Os dados foram obtidos no período de julho de 2010 a maio de 2011, por meio de manuais técnicos, sites corporativos e artigos científicos. Para cada caso, foram levantadas as características consideradas relevantes para a decisão de uso no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis.

Optou-se por fazer o levantamento das características disponíveis sobre as ferramentas e identificar os dados em comum disponíveis. Deste conjunto, elaborou-se uma lista de características identificadas como sendo de importância para o conhecimento do desenvolvedor. Nesta avaliação, considerou-se abordar pontos necessários para a tomada de decisão na escolha de um ou outro produto, visando adequar o atendimento a requisitos funcionais, critérios de licenciamento e limitações de uso do produto.

Os resultados deste levantamento foram organizados no Quadro 1, que apresenta o comparativo entre as ferramentas analisadas.

QUADRO 1 – Comparativo entre as ferramentas de persistência que possuem compatibilidade com dispositivos móveis.

	Berkeley DB XML ¹	DB4O ²	SQL Anywhere ³	SQLite ⁴
Fabricante	Oracle Corp.	Versant Corp.	Sybase Inc. (Grupo SAP)	Public Domain (SQLite Consortium)
Paradigma de Banco de Dados	XML	Orientado a Objetos	Relacional	Relacional
Licenciamento	Comercial / OpenSource (BSD, GLP, entre outras)	Comercial / GNU GPL / doCL	Comercial	Comercial / Public Domain
Linguagens de Programação	C / C++ / C# (.NET) / Java	Java ME (CDC) / .NET Compact / Symbian	Ultralite: C / C++ / .NET / Ultralite J: Java (SE, BlackBerry, Android)	C / C++ / Wrappers disponíveis para outras linguagens
Requisitos mínimos de hardware	Não especificado	3MB RAM	Não especificado	300KB de disco / 4KB em pilha / 100KB em heap
Dispositivos suportados	Android OS / Apple iOS / Palm WebOS / Windows CE / Windows Embedded / Windows Mobile / QNX OS / VXWorks OS / SO baseado em POSIX	Java ME CDC / Android OS / Symbian OS / Windows Mobile 5.0+ / Windows CE 5.0+ / Windows Phone 7	Android OS 1.5+ / Apple iOS 3+ / BlackBerry OS 1.4+ / Windows CE 5.x+ (processador ARMv4i)	Android OS / Apple iOS / BlackBerry DeviceSoftware 5.0+ / Symbian OS / Windows CE / Windows Mobile
Footprint	Aprox. 1MB	Entre 600KB a 1MB	Aprox. 500KB	Entre 190KB a 515KB
Arquitetura	Local / Local com Replicação	Cliente/Servidor / Local / Local com Replicação	Local / Local com Replicação / Cliente/Servidor	Local

Número de acessos concorrentes	Possui suporte, máximo não especificado	Local: 1 usuário / Cliente/Servidor: não especificado	Ultralite: 14 usuários por <i>database</i> / UltraliteJ: 1 usuário	1 usuário para escrita (bloqueia leitura) / Acesso para leitura ilimitado
Tamanho máximo suportado	256TB ou limite de armazenamento do dispositivo	254GB	2GB ou limite de arquivo do SO	2TB ou limite de arquivo do SO

¹Berkeley DB XML - Fonte: ORACLE, 2010.

²DB4O – Fonte: DB4O, 2010.

³SQL Anywhere – Fonte: SYBASE, 2010.

⁴SQLite – Fonte: SQLITE, 2010.

ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

No contexto dos bancos de dados embarcados, não foram identificados estudos que aprofundassem o assunto comparando os paradigmas existentes, bem como, qual seria a melhor opção para desenvolvimento nos dispositivos móveis. Devido a fatores como processamento e espaço em disco ainda limitados nestes equipamentos, os bancos de dados embarcados devem atender a fatores considerados essenciais para a plataforma, tais como: *footprint* reduzido e uso eficiente da memória interna. Além disso, fatores relacionados às principais necessidades das empresas, como compatibilidade com grandes sistemas de bancos de dados empresariais devem ser levados em conta na análise.

O objetivo principal deste estudo foi encontrar a melhor opção de sistema gerenciador de banco de dados que tivesse maior aceitação entre os dispositivos móveis mais utilizados. Em busca deste resultado, foi escolhida a plataforma de desenvolvimento Java ME, pois, conforme levantado, possui grande aceitação e compatibilidade com os diversos fabricantes e sistemas operacionais.

Não foram encontrados representantes para todos os paradigmas de banco de dados com integração direta à plataforma Java. A partir deste fato é possível chegar a uma destas conclusões:

- A plataforma Java ME ainda não possui aceitação o suficiente no mercado para forçar fabricantes de banco de dados a desenvolver suporte direto a esta plataforma;
- Os fabricantes de bancos de dados não empenharam esforços suficientes para o desenvolvimento embarcado, seja por não julgar que este campo possua futuro promissor, seja por não querer criar um concorrente às suas plataformas para servidores.

De qualquer forma, é possível notar que as plataformas pesquisadas possuem suporte a mais de um sistema operacional embarcado, na tentativa de possibilitar o desenvolvimento com o maior número possível de dispositivos. Não obstante, é necessário desenvolver uma aplicação para cada dispositivo, aproveitando apenas a camada de persistência única.

É possível observar que a linguagem Java é suportada por todos os mecanismos estudados, com a ressalva de que o SQLite possui suporte a Java apenas com o uso de *wrappers* desenvolvidos pela comunidade. O único representante a oferecer suporte à plataforma Java ME sem precisar de bibliotecas específicas de sistemas operacionais é o DB4O.

Outros sistemas operacionais permitem o desenvolvimento de aplicações em linguagem Java, como é o caso do Android OS e Blackberry OS, mas a aplicação desenvolvida em uma plataforma não é portátil para outra, sendo necessário realizar alterações no código fonte. Inclusive, o sistema operacional desenvolvido pela Google possui compatibilidade com todas as opções pesquisadas, o que reforça a autonomia de um sistema operacional em oposição a uma linguagem de programação padrão.

O sistema operacional Apple iOS também é forte como sistema operacional, não tendo suporte direto apenas ao banco DB4O, que permite desenvolvimento integrado com .NET (C#), enquanto o iOS suporta desenvolvimentos para C, C++ e sua variante Objective C.

A família de linguagens de programação baseada em C (incluindo C++ e C#) é bem aceita entre os fabricantes. No entanto, é necessário desenvolver e compilar uma aplicação diferente para cada dispositivo, pois há incompatibilidade de códigos binários.

A falta de uma linguagem de programação suportada por todas as plataformas de banco de dados torna inviável uma comparação precisa de qual paradigma de persistência de dados se adapta melhor às necessidades de desenvolvimento embarcado. Para possibilitar uma comparação de pontos positivos e negativos nos paradigmas é necessário definir, a priori, toda a arquitetura da aplicação que será desenvolvida. Dentre as principais decisões de projeto que devem ser tomadas encontram-se:

- Dispositivos que serão compatíveis com a aplicação;
- Linguagens de programação suportadas pelos dispositivos, sendo necessário verificar se um código desenvolvido para um dispositivo poderá ser facilmente portado para outro;
- Arquitetura do sistema, devendo considerar se: o banco de dados será local; se terá uma cópia local que será sincronizada com uma base de dados central; se o acesso às informações será realizado por serviços *web*, obrigando conexão com a internet quando precisar acessar alguma informação;
- Tipo das informações que serão armazenadas, e como serão recuperadas.

A partir destas decisões, a lista de bancos de dados disponíveis pode ser restrita ou não. Outros fatores, como uma plataforma de banco de dados central que não seja compatível com nenhuma das soluções estudadas pode inviabilizar o projeto, ou obrigar a equipe de desenvolvimento de realizar tantas modificações no desenvolvimento para os dispositivos móveis que pode tornar a solução fora do orçamento considerado viável.

A escolha do paradigma de banco de dados será influenciada por fatores de projeto, e mesmo que os dispositivos móveis possuam requisitos semelhantes, já foi visto que a simples decisão de suportar um ou outro dispositivo pode alterar por completo as opções de bancos de dados suportadas.

É necessário acompanhar o crescimento e possível amadurecimento dos dispositivos móveis como plataforma de desenvolvimento de aplicações corporativas para avaliar corretamente as melhores opções. Com a velocidade com que novas tecnologias superam anteriores o quadro pode se alterar por completo em prazos curtos.

Ainda está em aberto se o padrão será o desenvolvimento único para várias plataformas ou se sistemas operacionais específicos ganharão tanta força a ponto de ser a única opção para o desenvolvimento de aplicativos móveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A. R. “Desenvolvimento de Aplicações Móveis com J2ME”. In **Graduação em Sistemas de Informação**. Universidade Luterana do Brasil, 2005, <http://www.teleco.com.br/tcc/download.asp?ano=2005&tcc=1>, Fevereiro;

CENZI, D., TEIXEIRA, I., DA COSTA, J. G., DOBGENSKI, J. “Tecnologia de aplicações para dispositivos móveis integrada a banco de dados remoto utilizando software livre” In: **Anuário da Produção Científica dos Cursos de Pós-Graduação**, Volume 3, nº 3, p53-101, 2008, <http://sare.unianhanguera.edu.br/index.php/anupg/article/view/894>, Fevereiro.

CODD, E.D. “A relational model of data for large shared data banks” In **Communications of the ACM**, Volume 13, Issue 6, p377-387, 1970, <http://doi.acm.org/10.1145/362384.362685>, Novembro.

DATE, C.J. **An Introduction to Database Systems**, Addison-Wesley, 8 ed, 2003.

DB4O, **Site corporativo da empresa Versant Corporation para o aplicativo DB4objects**. Disponível em [HTTP://www.db4o.com](http://www.db4o.com), Setembro, 2010.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S.B., **Fundamentals of Database Systems**, Pearson Education 5 ed, 2007.

LI, W., YANG, H., HE, P., “The Research and Application of Embedded Mobile Database” In: **International Conference on Information Technology and Computer Science**, p597-602, 2009, <http://dx.doi.org/10.1109/ITCS.2009.304>, Março.

ORACLE, **Site corporativo da empresa Oracle Corporation para o aplicativo Oracle Berkeley DB XML**, 2010. Disponível em <http://www.oracle.com/us/products/database/berkeley-db/index-066571.html>, Agosto.

ROMEIRO, B.G.B.A., "Desenvolvimento de Aplicativos para Dispositivos Móveis na Plataforma J2ME" In: **Graduação em Engenharia da Computação**, Escola Politécnica de Pernambuco, 2005, <http://dsc.upe.br/~tcc/BrunaRomeiro.pdf>, Março.

SELTZER, M., “Beyond Relational Databases” In: **Communications of the ACM**. Volume 51, Issue7, p52-58, 2008, <http://doi.acm.org/10.1145/1364782.1364797>, Abril.

SILBERSCHATZ, A., KORTH, H. F., SUDARSHAN, S., **Sistemas de Bancos de Dados**. Tradução por Daniel Vieira. Elsevier, 5 ed, 2006.

SQLITE, **Site do aplicativo SQLite mantido pelo SQLite Consortium**, 2010. Disponível em <http://www.sqlite.org>, Agosto.

SYBASE, **Site corporativo da empresa Sybase Inc. para o aplicativo SQL Anywhere**, 2010. Disponível em <http://www.sybase.com.br/products/databasemanagement/sqlanywhere>, Agosto.

YU, W. D., AMJAD, T., GOEL, H., TALAWAT, T., “An Approach of Mobile Database Design Methodology for Mobile Software Solutions” In: **The 3rd International Conference on Grid and Pervasive Computing Workshops**, p138-144, 2008, <http://dx.doi.org/10.1109/GPC.WORKSHOPS.2008.76>, Março.

MODELO DE SIMULAÇÃO PARA AVALIAR O ATENDIMENTO DE UMA CASA LOTÉRICA – UM ESTUDO DE CASO

José Airton Azevedo dos SANTOS
Coordenação de Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR, Medianeira/PR/ Brasil
airton@utfpr.edu.br

Josias C. FOGAÇA
Coordenação de Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR, Medianeira/PR/ Brasil
josiascristiano@hotmail.com

Camila C. VOGEL
Coordenação de Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR, Medianeira/PR/ Brasil
camilavoguel@hotmail.com

Tassyana LAZZAROTO
Coordenação de Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR, Medianeira/PR/ Brasil
tassyel@hotmail.com

Rafael G. AMARAL
Coordenação de Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR, Medianeira/PR/ Brasil
rafa_g_amaral@hotmail.com

João E. VARIZA
Coordenação de Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR, Medianeira/PR/ Brasil
tjoavariza@hotmail.com

RESUMO

Atualmente, para possuir um diferencial e manter os clientes, a gerência empresarial busca avaliar a qualidade de produtos ou serviços. A simulação computacional pode contribuir com esta avaliação, permitindo testar alterações para diferentes cenários propostos. Também pode auxiliar na

compreensão das contribuições que estas alterações provocam nos processos existentes, para que se tenha um maior conhecimento de como os sistemas funcionam. Com o objetivo de avaliar o processo de atendimento de uma casa lotérica implementou-se, neste trabalho, um modelo de simulação no software Arena®. Os resultados obtidos da simulação demonstraram que, para o período estudado, o sistema de atendimento com dois caixas é mais vantajoso, tanto do ponto de vista do número de clientes na fila quanto do tempo de espera na fila.

PALAVRAS CHAVE: Arena®, Casa lotérica, Simulação.

ABSTRACT

Currently, to have a differential and keep customers, business management seeks to assess the quality of products or services. The computer simulation can help with this assessment, allowing changes to test different scenarios proposed. It can also assist in understanding the contributions that these changes cause existing processes, in order to have a better understanding of how systems work. In order to evaluate the process of care in a lottery house was implemented, in this work, a simulation model in Arena® software. The results of simulation showed that for the period studied, the care system with two tellers is more advantageous, both in terms of the number of customers in queue and waiting time in queue.

KEYWORDS: Arena®, Lottery house, Simulation.

INTRODUÇÃO

O fenômeno de formação de filas já é rotineiro na vida atual, ocorre em diversas aplicações, como uma peça esperando para ser lixada ou polida (na indústria), um avião esperando para decolar, um programa de computador esperando para ser executado, e, é claro, uma fila de seres humanos esperando serviço (BARBOSA, 2009).

As filas se formam em decorrência do aumento dos consumidores e da incapacidade do sistema em atender a essa demanda. Assim, através de técnicas de simulação, busca-se encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça os clientes e seja viável economicamente para o provedor do serviço (ARENALES, 2007).

Simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo, que descreve o comportamento de um sistema usando um computador digital (PRADO, 2010). A simulação tem sido cada vez mais aceita e empregada como uma técnica que permite aos analistas dos mais diversos seguimentos verificarem ou encaminharem soluções com a profundidade desejada, aos problemas com os quais lidam diariamente. A simulação computacional permite que estudos sejam realizados sobre sistemas que ainda não existem, levando ao desenvolvimento de projetos eficientes antes que qualquer mudança física tenha sido iniciada (BANKS, 1998).

Este trabalho tem como objetivo avaliar, através de técnicas de simulação discreta, o processo de atendimento de uma casa lotérica durante o período de maior movimento de clientes.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A simulação tem sido cada vez mais aceita e empregada como uma técnica que permite aos analistas dos mais diversos seguimentos verificarem ou encaminharem soluções com a profundidade desejada, aos problemas com os quais lidam diariamente. A simulação computacional

permite que estudos sejam realizados sobre sistemas que ainda não existem, levando ao desenvolvimento de projetos eficientes antes que qualquer mudança física tenha sido iniciada (SILVA; PINTO; SUBRAMANIAN, 2007).

Segundo Prado (2009) existem duas etapas para o estudo de simulação de sistemas. Na primeira o analista deve construir um modelo, fornecer alguns dados e obter outros que sejam idênticos ao sistema que está sendo estudado. A segunda etapa consiste na mudança do modelo, para que com base nos resultados obtidos, realizem-se análises, gerando recomendações e conclusões.

Freitas Filho (2008) afirma que o uso da simulação deve ser considerado quando uma ou mais das condições abaixo existirem:

- Não há formulação matemática completa para o problema;
- Não há solução analítica para o problema;
- A obtenção de resultados é mais fácil de alcançar com a simulação do que com o modelo analítico;
- Não existe habilidade pessoal para a resolução do modelo matemático por técnicas analíticas ou numéricas;
- É necessário observar o processo desde o início até os resultados finais, mas não necessariamente detalhes específicos;
- A experimentação no sistema real é difícil ou até mesmo impossível;
- É interessante observar longos períodos de tempo ou alternativas que os sistemas reais ainda não possuem.

Segundo Law & Kelton (2000), as principais vantagens e desvantagens da simulação são:

Vantagens:

- Sistemas do mundo real com elementos estocásticos podem não serem descritos de forma precisa através de modelos matemáticos que possam ser calculados analiticamente;
- Permite estimar o desempenho de sistemas existentes sob condições de operações projetadas, por exemplo, para verificar o seu comportamento quando aumenta a demanda de serviço;
- Permite manter maior controle sobre as condições dos experimentos o que muitas vezes não é possível com o sistema real;
- Permite estudar o sistema durante um longo período de tempo simulado.

Desvantagens:

- Cada execução da simulação estocástica produz apenas estimativas dos parâmetros analisados;
- O modelo de simulação, em geral, é caro e consome muito tempo para desenvolver;
- Os resultados da simulação, quando apresentados em grandes volumes de dados, com efeitos de animações e gráficos, podem levar a uma confiança nos resultados acima da justificada. Se o modelo não for uma representação válida do sistema em estudo, este não terá utilidade, mesmo que os resultados causem boa impressão.

Inicialmente, os sistemas de simulação foram desenvolvidos sobre linguagens de programação de propósito geral, tais como: Fortran, Basic, Pascal, etc. Porém, isso exigia um

grande esforço para construção de modelos, além de profissionais com conhecimentos profundos de programação de computadores. Diante dessa dificuldade é que começaram a surgir linguagens de programação, dedicadas à simulação, que superassem essa barreira. É o caso, por exemplo, das linguagens Gpss, Siman, Slam, Simscript, etc. Tais linguagens eram, na verdade, bibliotecas formadas por conjuntos de macro comandos das linguagens de propósito gerais. Alguns dos simuladores da geração seguinte foram desenvolvidos sobre a plataforma dessas linguagens. Como exemplo tem-se o software Arena®, implementado na linguagem Siman (FERNANDES, 2006).

Dentre os pacotes de simuladores pesquisados, para realizar a simulação da casa lotérica, optou-se por utilizar, neste trabalho, o software Arena®, da *Rockwell Software Corporation*, por ser um dos softwares, de simulação discreta, mais utilizado no mundo empresarial e acadêmico.

O Arena® é um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém inúmeros recursos para modelagem, animação, análise estatística e análise de resultados. A plataforma de simulação Arena® possui as seguintes ferramentas (LAW; KELTON, 2000):

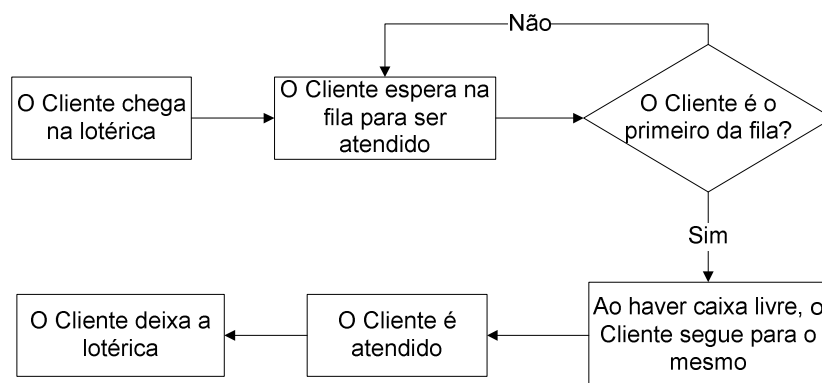
- Analisador de dados de entrada (*Input Analyzer*);
- Analisador de resultados (*Output Analyzer*);
- Analisador de processos (*Process Analyzer*).

Este software é composto por um conjunto de blocos (ou módulos) utilizados para se descrever uma aplicação real e que funcionam como comandos de uma linguagem de programação. Os elementos básicos da modelagem em Arena® são as entidades que representam as pessoas, objetos, transações, etc, que se movem ao longo do sistema; as estações de trabalho que demonstram onde será realizado algum serviço ou transformação, e por fim, o fluxo que representa os caminhos que a entidade irá percorrer ao longo de estações (KELTON; SADOWSKI, 1998).

MATERIAL E MÉTODOS

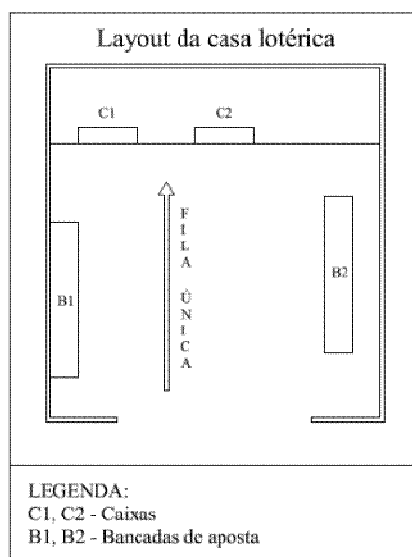
A casa lotérica, em estudo, possui um sistema de atendimento com dois caixas. O processo inicia com a chegada do cliente ao estabelecimento, se não houver fila, ele vai diretamente para o caixa que estiver disponível para o atendimento. Caso contrário, o cliente fica na fila esperando até que um dos caixas esteja disponível. Após o atendimento, o sistema é encerrado com a saída do cliente da casa lotérica. O fluxograma do processo é apresentado na Figura 1.

FIGURA 1 – Fluxograma do processo de atendimento da casa lotérica.



Na Figura 2 apresenta-se o *layout* da casa lotérica, a área para os clientes é bastante limitada, o que resulta, em algumas vezes, formação de fila na parte externa. Os clientes que adentram, no estabelecimento, têm a sua disposição duas bancadas para fazerem suas apostas. Para atendimento, nos caixas, os clientes formam fila única.

FIGURA 2 – Layout da casa lotérica.



Os dados foram coletados durante o período de maior movimento de clientes (11:30 às 13:30), em dias de fluxo de clientes considerado regular. Existem dias onde o movimento na casa lotérica é elevado, como no início do mês onde há maior volume de pagamentos e quando os prêmios da loteria federal estão acumulados. Para este estudo foi proposto à análise de um dia de atendimento normal, que é o predominante no estabelecimento.

Os dados coletados, na casa lotérica, foram os seguintes:

- tempos entre chegadas dos clientes;
- tempos de atendimento nos caixas.

Estes dados foram analisados com a ferramenta *Input analyzer* (analisador de dados de entrada) do software Arena®. Segundo Prado (2010) esta ferramenta permite analisar dados reais do funcionamento do processo e escolher a melhor distribuição estatística que se aplica a eles.

A simulação do atendimento da casa lotérica foi realizada com o software Arena®, e os resultados analisados nas ferramentas *Output Analyzer* e *Process Analyzer*.

Para validação do modelo levou-se em consideração que o sistema já existe e está em funcionamento (SARGENT, 1998). Através de reuniões entre os analistas, operadores de caixa e o gerente da lotérica, foi possível confirmar a validação do modelo, após pequenas correções no decorrer do desenvolvimento.

Número de Replicações

Segundo Freitas (2008), de uma maneira geral, a coleta de dados para a composição de uma amostra a partir da simulação de um modelo pode ser realizada de duas formas:

1- Fazer uso das observações individuais dentro de cada replicação. Por exemplo, pode-se simular o modelo da casa lotérica e utilizar o tempo que cada cliente esperou na fila dos caixas para realizar uma estimativa do tempo médio de espera na fila. Neste caso, o tamanho da amostra será igual à quantidade de clientes que passaram pela fila ao longo do período simulado.

2- A segunda maneira de gerar a amostra é realizar n simulações (replicações). Assim, cada replicação gera um elemento para a amostra. Uma vez que estamos lidando com um sistema terminal no qual as condições iniciais e o período de simulação são fixos, a melhor maneira de garantir que os valores da amostra sejam estatisticamente independentes é obtê-los a partir de replicações independentes.

Neste trabalho, o número de replicações (n^*) foi obtido através da seguinte expressão:

$$n^* = \left\lceil n \left(\frac{h}{h^*} \right)^2 \right\rceil \quad (1)$$

Onde:

n = Número de replicações já realizadas;

h = Semi-intervalo de confiança já obtido;

h^* = Semi-intervalo de confiança desejado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratamento dos dados

Inicialmente, os dados foram plotados em forma de *boxplots* (Figura 3) para uma análise preliminar do comportamento das observações. A seguir, aplicou-se uma técnica de identificação de *outliers* (valores fora da normalidade). As razões mais comuns para o surgimento desses valores são os erros na coleta de dados ou eventos raros e inesperados. Portanto, para identificação desses valores aplicou-se a técnica apresentada na Tabela 1 (CHWIF; MEDINA, 2007). Sendo os *outliers* considerados como extremos descartados das observações.

FIGURA 3 – Boxplots dos tempos coletados na lotérica.

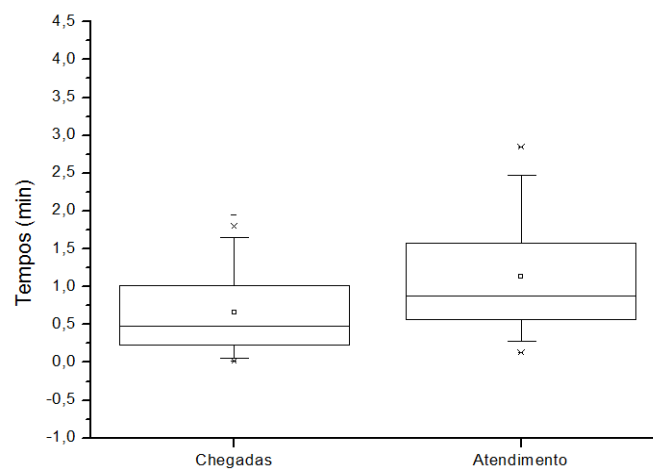


TABELA 1 – Identificação de *Outliers*

$$A = Q^3 - Q^1$$

Valor $< Q^1 - 1,5A$ - *Outlier Moderado*

Valor $> Q^3 + 1,5A$ - *Outlier Moderado*

Valor $< Q^1 - 3,0A$ - *Outlier Extremo*

Valor $> Q^3 + 3,0A$ - *Outlier Extremo*

Fonte: Chwif & Medina, 2007.

Onde Q^1 e Q^3 são, respectivamente, os valores do primeiro e terceiro quartis, assim a amplitude entre inter-quartil “A” é calculada pela diferença: $A = Q^3 - Q^1$.

Após a utilização da técnica de identificação dos *outliers*, o passo seguinte foi à análise de correlação entre os dados, ou seja, verificar se há dependência entre os valores. Nas Figuras 4 e 5 são apresentados os dados de tempos entre chegadas e de atendimento dos clientes. Nessas figuras pode-se comprovar que não há correlação entre as observações das amostras.

FIGURA 4 – Análise de dispersão – Tempos entre Chegadas.

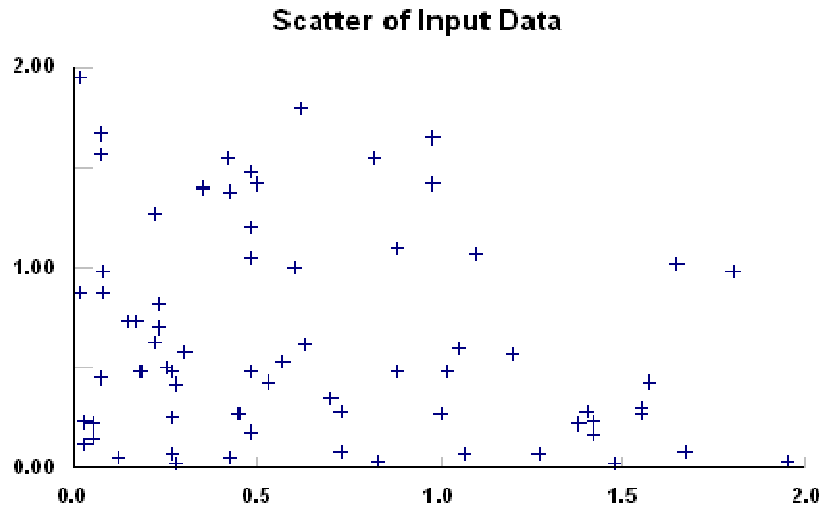
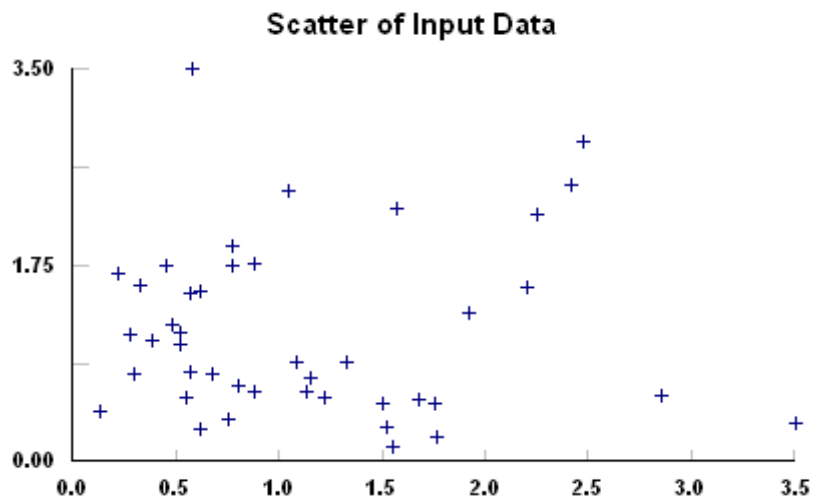


FIGURA 5 – Análise de dispersão – Tempos de Atendimento.



Para determinar as curvas de distribuição teórica de probabilidades que melhor representem o comportamento estocástico do sistema em estudo, utilizou-se a ferramenta *Input Analyzer* do *Arena®*. Através dos testes de aderência: teste *Chi Square* e do teste *Kolmogorov-Smirnov*, concluiu-se que as distribuições, apresentadas na Tabela 2, são as expressões que melhor se adaptaram aos dados coletados na casa lotérica.

TABELA 2 – Distribuições de Probabilidade

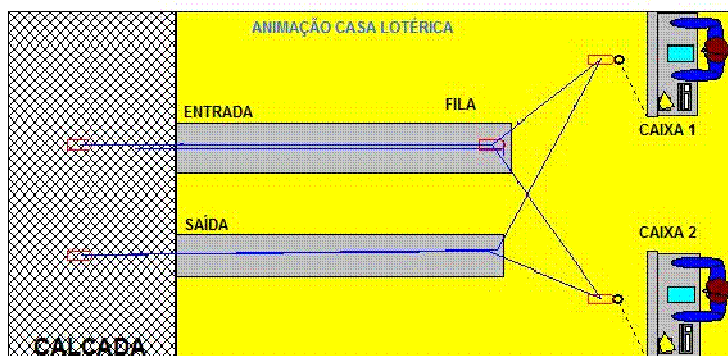
Item	Distribuição	Chi Square	Kolmogorov-Smirnov
Entre Chegadas	1.95 * BETA(0.691, 1.36)	p-value=0.75	p-value>0.15
Atendimento	3.5 * BETA(1.13, 2.34)	p-value=0.609	p-value>0.15

Simulação computacional

A pedido da gerência, da casa lotérica, foram construídos dois cenários de simulação do sistema de atendimento.

- Cenário 1: Clientes atendidos por um caixa;
- Cenário 2: Clientes atendidos por dois caixas (Figura 6).

FIGURA 6 – Atendimento por dois caixas (Animação).



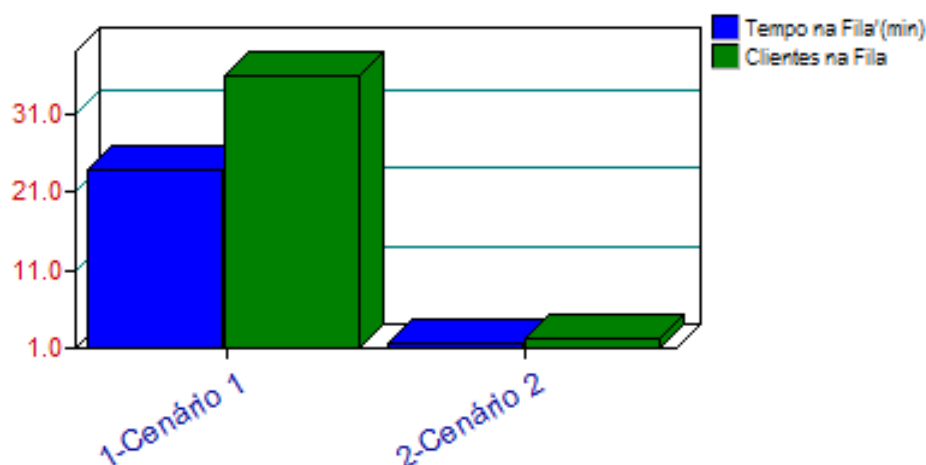
Na Tabela 3 apresentam-se os resultados obtidos, da simulação do sistema de atendimento, para os dois cenários. Observa-se que os resultados foram obtidos após 727 replicações. Este número de replicações foi definido, com nível de confiança de 95%, utilizando a ferramenta *Output Analyzer* do Arena®.

TABELA 3 – Resultados da simulação

	Scenario Properties				Control	Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Atendente	Tempo na Fila (min)	Clientes na Fila
1		Cenário 1	1 : SIMULAC	727	1.0000	23.709	35.833
2		Cenário 2	1 : SIMULAC	727	2.0000	1.484	2.278

Através dos resultados, apresentados na Figura 7, pode-se observar que o tempo médio de espera na fila é o número de clientes na fila, para o cenário 1, são muito altos, para este tipo de atividade. Portanto, inviabilizando o atendimento por apenas um caixa no horário de maior movimento de clientes.

FIGURA 7 – Resultados da simulação por cenário.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho construiu-se um modelo de simulação para o processo de atendimento de uma casa lotérica durante o horário de maior movimento de clientes. Observou-se, através dos resultados obtidos de simulação, que para o período de maior movimento, durante um dia com fluxo de clientes considerado regular, o atendimento por dois caixas é mais vantajoso que o atendimento por um caixa, tanto do ponto de vista do número de clientes na fila quanto do tempo de espera na fila.

A simulação do atendimento da casa lotérica para períodos de picos de atendimento, início do mês ou quando algum jogo da loteria federal tem seu prêmio acumulado, pode ser uma oportunidade, para trabalhos futuros, na área de simulação discreta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENALES, M. et all **Pesquisa Operacional**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 524 p.
- BANKS, J. **Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and Practice**. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- BARBOSA, R. A. **A Modelagem e Análise do Sistema de Filas de Caixas de Pagamento em uma Drogeria: Uma Aplicação da Teoria das Filas**. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador: ENEGEP, 2009.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos, teoria & aplicações**. São Paulo: Brazilian Books, 2007.
- FERNANDES, Carlos Aparecido e all **Simulação da Dinâmica Operacional de uma Linha Industrial de Abate de Suínos**. Campinas: Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2006.

FREITAS FILHO, Paulo José de. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena**. Florianópolis: Visual Books, 2008.

LAW, A.M.; KELTON, W.D. **Simulation modeling and analysis**. New York: McGraw- Hill, 2000.

KELTON, W. D.; SADOWSKI, R.P; SADOWSKI, D. A. **Simulation with arena**. New York: McGraw-Hill, 1998.

PRADO, Darci. **Usando o ARENA em simulação**. v.3, 4ed. Nova Lima: INDG - Tecnologia e Serviços LTDA, 2010. 307 p.

PRADO, Darci Santos do. **Teoria das Filas e da Simulação**. v.2, 4ed. Nova Lima: INDG - Tecnologia e Serviços LTDA, 2009. 127 p.

SARGENT, R.G. **Verification and validation of simulation models**. In: Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, 1998.

SILVA, Liane M.F.; PINTO Marcel de G.; SUBRAMANIAN, Anand. **Utilizando o Software Arena Como Ferramenta de Apoio ao Ensino em Engenharia de Produção**. In: XXVII ENEGEP. Florianópolis, 2007.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO

Balbina Maria Araújo SORIANO
Departamento de Meteorologia, Embrapa Pantanal (CPAP).
Corumbá-MS, Brasil.
balbina@cpap.embrapa.br.

Marcelo Gonçalves NARCISO
Departamento de Biotecnologia, Embrapa Arroz e Feijão (CNPAF).
Goiânia-GO, Brasil.
narciso@cnpaf.embrapa.br.

Omar DANIEL
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).
Dourados-MS, Brasil.
omardaniel@ufgd.br

RESUMO

É descrito um sistema que, a partir de dados diários de temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento, temperatura de ponto de orvalho, precipitação, insolação e quantidade de focos de incêndio, determina qual é o melhor método a ser usado, dentre cinco, para o cálculo de risco de incêndio por região. A partir dos métodos: fórmula de Monte Alegre (FMA), FMA modificado (FMA+), Nesterov, Telicyn e Angstrom, o sistema seleciona melhor prediz o risco de incêndio, além de, quando possível, determinar um fator para melhorar o resultado à região alvo. Os resultados obtidos pelo sistema podem ser exibidos em formato HTML ou arquivo CSV.

PALAVRAS CHAVE: risco de incêndio, sistema de informação, desempenho.

ABSTRACT

This paper describes a system that choose the best method to calculate the fire risk index for region, among: Monte Alegre equation (FMA), modified FMA (FMA+), Nesterov, Telicyn and Angstrom. The inputs of this system are temperature and moisture from the air, wind velocity, dew point temperature, rainfall, solar radiation and fire focus number. The selection of the best index is made by statistical analysis of errors and by multiply the Best fire risk index by an additional equation. With the best method, the system try to improve the result adding an equation (adjustment factor) to the method. The results of this system can be html format or csv file.

KEYWORD: fire risk, information system, performance.

INTRODUÇÃO

A determinação do risco de incêndio de áreas de vegetação é uma informação importante para auxiliar as práticas de manejo com o uso do fogo. O risco de incêndio está associado às condições meteorológicas, que têm influência direta no vigor e umidade da vegetação e, portanto, na sua inflamabilidade. A maior parte dos índices de risco utiliza parâmetros meteorológicos, principalmente precipitação, umidade relativa e temperatura do ar para determinar as condições da

vegetação, pois medidas diretas de umidade de vegetação são complexas e requerem custosas amostragens espaciais.

O estabelecimento e acompanhamento periódico de índices de risco de incêndios em grandes regiões permitem estabelecer as zonas potencialmente propícias à ocorrência de incêndios, permitindo a tomadas de medidas preventivas. Assim, podem ser minimizados os impactos causados pelas queimadas, que provocam aumento das concentrações de gases de efeito estufa e aerossóis, causando mudanças na atmosfera e provavelmente no clima do planeta; geram distúrbios econômicos; influem na saúde da população humana e na fauna em geral; provocam a formação de camadas de fumaça, causando poluição ou ainda, acidentes e outras perdas.

Muitos trabalhos têm sido descritos na literatura sobre índice de risco de incêndio (Volpato, 2002). Porém, cada um destes se adapta muito bem em certas regiões, com suas características próprias de clima, e nem sempre se adaptam a outras (Nunes et al, 2005). Assim, para cada região existe um índice de risco de incêndio melhor ou que descreve melhor o comportamento dos focos de incêndio da região. Pode-se melhorar o índice de risco de incêndio adicionando um fator de correção, o que o torna mais apropriado para uma dada região ou condição de contorno diferente da qual o índice original foi desenvolvido.

Este trabalho tem por objetivo descrever um sistema de informação que seleciona o melhor método para cálculo de risco de incêndio por região, dentre cinco dos mais conhecidos na literatura: Formula de Monte Alegre (FMA), Formula de Monte Alegre Modificada (FMA+), Nesterov, Telicyn e Angstron (Nunes et al, 2005). Além de selecionar o melhor índice para a região alvo, o sistema também propõe um fator de ajuste com a finalidade de melhorar ainda mais os resultados. Com este sistema de risco de incêndio adaptado para a região de interesse, é possível usar o mesmo para estimar o risco no dia seguinte ou ainda em mais de um dia futuro (análogo ao que é feito na previsão do tempo), visto que o site do INMET (www.inmet.gov.br), bem como outros, possuem estimativas de variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do vento, etc.) e assim é possível estimar se os próximos dias podem ter risco de incêndio na região considerada.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados foram compostos por uma série da sub-região da Nhecolândia, Pantanal sul-mato-grossense, estação de Nhumirim, de 2004 a 2008, bem como focos de incêndio ocorridos neste período, segundo fontes do INPE (INPE, 2011).

Os índices de risco de incêndio FMA, FMA+, Nesterov, Telicyn e Angstron foram calculados em um sistema disponível em www.pantanal.cnptia.embrapa.br/sad.html.

A entrada de dados no sistema foi feita por meio de arquivo do tipo CSV (comma separated values) ou “.csv”, assim estruturado: data, temperatura, umidade relativa (UR), temperatura de ponto de orvalho, precipitação, ponto de orvalho, velocidade do vento, insolação e focos de incêndio na sub-região considerada. Esta entrada de dados, no formato de arquivo, é lida pelo sistema descrito e este calcula o risco de incêndio usando todos os métodos descritos anteriormente, e apresenta os resultados em formato HTML ou na forma de arquivo CSV.

Analisando o formulário de saída, define-se como o melhor índice de risco de incêndio aquele que prevê riscos de incêndio como “alto” ou “muito alto” coincidentes com a ocorrência real de focos de incêndios. É importante mencionar que cada método descreve o risco de incêndio, em cada dia, como “sem risco”, “pequeno”, “médio”, “alto” e “muito alto” ou similar a estes padrões.

O sistema mostra a estatística do desempenho de cada método e propõe um fator de ajuste, descrito a seguir.

Este fator de ajuste é justificado pelo fato de se comparar métodos cumulativos (FMA, FMA+ e Nesterov), que contabilizam dados climáticos de dias anteriores, e os não cumulativos (Telicyn e Angstron). O fator de ajuste referido acima é uma exponencial do tipo $\exp(A.x)$, que inserido na fórmula como:

$$\text{Melhor método} * \exp(\alpha.x).$$

O valor de α é variável a ser determinada e x pode ser qualquer atributo (velocidade do vento, insolação, etc). Para este trabalho, foi escolhido como x a velocidade do vento, por esta ajudar no processo de espalhamento do calor e contribuir para propagação de incêndio. O objetivo foi fazer com que o valor de α seja tal que conduza o resultado do risco de incêndio a ser igual a “alto” e “muito Alto” quando um foco de incêndio ocorre. Para exemplificar, suponha-se que o índice FMA tenha sido o de melhor desempenho e o fator de ajuste obtido tivesse apresentado o valor $\alpha = 0,03$. Assim, o resultado ajustado para o dia “i” e x igual a velocidade do vento (vv) é igual a

$$FMA_i = (100 / UR_i) * \exp(0,03 * vv).$$

As considerações feitas para quando da interpretação do grau de perigo estimado pelo índice FMA, conforme o valor obtido contabilizando o ajuste, continuam as mesmas (Soares, 1972).

É importante mencionar que este cálculo com base na constante α obtida vale apenas para a região alvo onde os dados climáticos foram coletados. O valor de α pode ser obtido a partir de um conjunto de dados nos quais o método normal, sem o ajuste, tenha se equivocado (classificou como “sem risco”, por exemplo, dado que ocorreu de foco de incêndio).

Para exemplificar, supondo-se que do dia 1 até o dia 6 (sendo este o dia que ocorreu um foco de incêndio e este não tenha sido previsto) seja feita a somatória normal do método de FMA com os fatores de ajuste (doravante chamado de $FMA\alpha$). De acordo com a interpretação do grau de perigo, o valor do somatório tem que ser pelo menos 8.1 no sexto dia, dia do foco de incêndio (8.1 a 20 é considerado alto e acima de 20, muito alto (Soares, 1972)), conforme cálculo a seguir, supondo x a velocidade do vento (vv):

$$FMA\alpha = S1*(100/UR1)*\exp(\alpha.vv1) + S2*(100/UR2)*\exp(\alpha.vv2) + S3*(100/UR3)*\exp(\alpha.vv3) + S4*(100/UR4)*\exp(\alpha.vv4) + S5*(100/UR5)*\exp(\alpha.vv5) + S6*(100/UR6)*\exp(\alpha.vv6) = 8,1$$

Na expressão acima, $S1, S2, \dots, S6$ são frações de 0 a 1, em função da precipitação, conforme a lei de formação da função do índice FMA do primeiro ao sexto dia deste exemplo.

Uma exponencial $\exp(x)$ pode ser descrita como uma série do tipo (Tizziotti, 2010)

$$\exp(x) = 1 + x + x^2/2! + x^3/3! + \dots + x^n/n!$$

Para este estudo de caso, supõe-se que o valor de $(\alpha.vv)$ seja próximo de zero ou pequeno (0.1, por exemplo), para que o fator de ajuste não altere significativamente o resultado, e assim $\exp(\alpha.vv)$ seja levemente maior que 1. Desta forma, $\exp(\alpha.vv)$ pode ser aproximada a uma série de potências e esta pode ser aproximada para

$$\exp(x) = 1 + x + x^2/2!$$

O erro é igual a

$$x^3/3! + \dots + x^n/n! = [\exp(x) - (1 + x + x^2/2!)] .$$

Assim, substituindo a expressão $\exp(\alpha.vv)$ por $(1 + \alpha.vv + (\alpha.vv)^2/2)$, tem-se que

$$\begin{aligned} \text{FMA } \alpha &= S1*(100/UR1)*[1 + \alpha.vv1 + (\alpha.vv1)^2/2] + \dots + \\ &S6*(100/UR6)*[1 + \alpha.vv6 + (\alpha.vv6)^2/2] = 8,1 \end{aligned} \quad (1)$$

A equação (1) pode ser reescrita como:

$$\begin{aligned} \text{FMAa} &= \alpha^2*[S1*(100/UR1)*vv1^2/2 + \dots + S6*(100/UR6)*vv6^2/2] + \\ &\alpha*[S1*(100/UR1)*vv1 + \dots + S6*(100/UR6)*vv6] + \\ &[S1*(100/UR1) + \dots + S6*(100/UR6)] = 8,1 \end{aligned} \quad (2)$$

Observe que a equação acima é polinômio de grau 2, facilmente resolvida pela fórmula de Bhaskara (Tizzotti, 2010). De forma geral, a equação (2), para n dias, é escrita como

$$\begin{aligned} \text{FMAa} &= \alpha^2*[S1*(100/UR1)*vv1^2/2 + \dots + Sn*(100/URn)*vvn^2/2] + \\ &\alpha*[S1*(100/UR1)*vv1 + \dots + Sn*(100/URn)*vvn] + \\ &[S1*(100/UR1) + \dots + Sn*(100/URn)] = 8,1 \end{aligned} \quad (3)$$

O cálculo deve ser feito preferencialmente entre uma precipitação que faz zerar o cálculo do índice de risco de incêndio em questão e o dia em que ocorre um foco de incêndio e o índice não o classifica como *alto* ou *muito alto* (o índice de risco não classifica corretamente e assim o ajuste fará o índice a classificar corretamente). Caso não aconteça precipitação 60 dias antes do erro de classificação, então um outro dia inicial para o cálculo é escolhido. O número máximo de dias pode ser alterado (de 60 para 40, por exemplo). Estas considerações valem para os métodos cumulativos (FMA, FMA⁺, Nesterov). Para os métodos diários, não cumulativos, o cálculo é mais simples. Para cada dia que houver foco de incêndio e o resultado do método for “sem risco” ou “pequeno” ou “médio”, elabora-se uma equação, isto é,

$S1*\exp(\alpha*vv) = r$, S1 e r (2.5 para o índice de Angstron e 5.1 para Telecyn) são conhecidos. Assim,

$$\alpha*vv = \ln(r/S1), \ln = \log \text{ na base } e=2,7172\dots$$

Observe que muitos são os valores calculados para α . Ao final dos cálculos, é feita uma média de todos os valores de α calculados.

O leitor pode propor outra forma de fator de ajuste do cálculo, mais simples do que a apresentada, desde que este tenha validade para todo o conjunto de dados. Além disso, caso o usuário não tenha os valores de velocidade do vento, mas tenha outra variável medida e esta de alguma forma possa influenciar no resultado do índice, então esta pode ser utilizada para obter o fator de ajuste.

Postas as considerações acima, procurou-se deixar claro que o sistema descrito seleciona o método que melhor descreve o risco de incêndio na região alvo e procura melhorar seus resultados por meio de um fator de ajuste.

O sistema proposto foi elaborado usando-se as linguagens JavaScript e PHP. Os programas feitos em linguagem JavaScript são executados na página web que está no computador do usuário e é usada para fins de apresentação de formulário e verificação de correto preenchimento dos dados de entrada. O programa feito em linguagem PHP é executado no servidor web e, no caso deste sistema, tem a finalidade de ler os dados do arquivo inserido pelo usuário, realizar todos os cálculos necessários. Além disso, este programa deverá apresentar os valores fornecidos pelos índices de risco de incêndio, escolher o melhor índice e então calcular o fator de ajuste, e apresentar o resultado em formato HTML ou exportar o resultado em arquivo CSV.

Este sistema foi feito para ser usado nos navegadores Mozilla Firefox, Safari e Google Chrome. Uma versão para Internet Explorer está sendo preparada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A página www.pantanal.cnptia.embrapa.br/sad.htm é a porta de entrada de vários sistemas, incluindo o discutido neste trabalho, ou seja, “Verificação do melhor índice de risco de incêndio”. Ao se cadastrar no sistema, o usuário terá uma senha para então ter acesso aos seguintes sistemas: “Alerta – Risco de Incêndio” (Narciso, 2009), “Análise Econômica”, “Curva de Crescimento de Cavalos e Bezerros”, “Indicadores de Pastagens”, “Indicadores Sociais”, “Verificação do melhor índice de risco de incêndio” e “Simulação para melhorar índice de risco de incêndio”.

Cada um destes sistemas tem uma função dentro do contexto do ambiente do Pantanal. Porém, alguns destes podem ser usados em qualquer situação (outros ambientes), tais como os sistemas “Indicadores Sociais”, “Curva de Crescimento de Cavalos e Bezerros” (Narciso, 2010), “Verificação do melhor índice de risco de incêndio” e “Simulação para melhorar índice de risco de incêndio”.

Para o caso deste trabalho, o sistema a ser focado é sobre a verificação do melhor índice de incêndio, isto é, dentre as cinco metodologias de análise de risco de incêndio consideradas, o sistema apresenta resultados de cada um, mostra as estatísticas de erros e acertos e determinar o melhor sistema, além de propor um fator de ajuste para este. A Figura 1 ilustra os sistemas disponíveis, ao acessar a página relativa aos sistemas sobre o Pantanal.

FIGURA 1 – Página de acesso aos sistemas relativos à região do Pantanal



Ao acessar a opção “Verificação do melhor índice de risco de incêndio”, é pedido um arquivo de entrada do tipo CSV e também o formato de saída. Um *help* também aparece para explicar como deve ser o conteúdo do arquivo de entrada em formato CSV, para que os cálculos possam ser feitos corretamente. Dados como data (dia, mês e ano), temperatura e umidade do ar, precipitação, ponto de orvalho, velocidade do vento, insolação e quantidade de focos de incêndio devem ser contemplados no arquivo CSV de entrada. Assim, o usuário pode analisar qual dos cinco métodos melhor se adapta à sua região.

A Figura 2 ilustra a página de opções, destacando a “Verificação do melhor índice de risco de incêndio”.

FIGURA 2 – Página de opções destacando a “Verificação do melhor índice de risco de incêndio”.

Escolha uma das funcionalidades abaixo

- Alerta-Risco de Incêndio
- Análise Econômica
- Curva de Crescimento de Cavalos e Bezerros
- Indicadores Sociais
- Verificação do melhor índice de risco de incêndio
- Simulação para melhorar índice de risco de incêndio

Entre com o arquivo CSV: Nenhum arq...lecionado

Escolha a saída:

[Ajuda/Help](#)

A Figura 2 também ilustra a escolha de parâmetros para cálculo. Quando o usuário escolhe a opção de verificação do melhor índice, aparece um pequeno formulário de preenchimento de dados para entrada do sistema (arquivo de entrada e formato de saída). O formato dos dados no arquivo de entrada pode ser visto na opção “Ajuda/Help”, bem como um exemplo de como usar o sistema. Após ativar a opção “OK” (submeter os dados), aparecem os dados de entrada e os valores respectivos dos resultados dos cinco métodos citados neste artigo. Assim, o usuário pode ver qual é o melhor índice a ser usado, visto que terá uma estatística sobre os erros quanto à previsão de focos de incêndio e desta forma basta escolher o índice que errou menos. Sobre este índice que errou menos será mostrado o valor de α , para o fator de correção. Caso o leitor queira saber o desempenho deste índice, poderá usar a opção “Simulação para melhorar índice de risco de incêndio”. Esta opção permite simulações de valores e também de variáveis (x poderá ser velocidade do vento, insolação, temperatura, umidade do ar ou outra variável que o usuário tiver disponível). Para usar esta simulação, o sistema fornece um formulário para escolha de um dos 5 métodos, o valor de A para o fator de correção, o formato de saída e o arquivo formato CSV de entrada, tal como o sistema “Verificação do melhor índice de risco de incêndio”. Após isso, o sistema mostra os resultados diários, conforme índice escolhido e fato de correção e também a estatística de erro. A Figura 3 ilustra a entrada deste sistema

FIGURA 3 – Página de opções destacando a opção “Simulação para melhorar índice de risco de incêndio”.

Escolha uma das funcionalidades abaixo

- Alerta-Risco de Incêndio
- Análise Econômica
- Curva de Crescimento de Cavalos e Bezerros
- Indicadores Sociais
- Verificação do melhor índice de risco de incêndio
- Simulação para melhorar índice de risco de incêndio

Entre com o arquivo CSV: Nenhum arq...lecionado

Escolha a saída:

[Ajuda/Help](#)

Após verificar o comportamento de todos os índices, conforme o que cada índice previu relativo a focos de incêndio, o sistema “Verificação do melhor índice de risco de incêndio” seleciona o que mais se aproximou previsão correta. Para o caso da sub-região de Nhecolândia, o melhor resultado foi aquele produzido pelo índice de Nesterov (acertou mais os focos de incêndio). O índice FMA também teve um bom índice de acertos, na média, para esta sub-região. Na Tabela 1 pode-se verificar a quantidade de erros, que também é fornecida pelo sistema.

TABELA 1 – Número de erros por método dados 318 dias com focos de incêndio entre 2004 e 2008

	FMA	FMA⁺	Nesterov	Telicyn	Angstron
Erro 1	40	73	15	71	269
Erro 2	11	35	6	51	269

Na Tabela 1, o Erro 1 é quando o método obtém valor igual a “médio”, “pequeno” e “sem risco” em vez de “alto” ou “muito alto” quando um foco de incêndio ocorreu em um dado dia e Erro 2 é igual aos valores “pequeno” e “sem risco” em vez de “alto” ou “muito alto” quando em um determinado dia ocorreu foco de incêndio.

Dos 318 dias com focos de incêndio foi observado que Nesterov obteve a menor quantidade de erros (15/381 ou 4,72% para o erro tipo 1 e 6/381 ou 1,89% para o erro tipo 2). Um pequeno ajuste na fórmula de Nesterov daria uma melhor confiabilidade a este índice para esta sub-região.

As Figuras 4 e 5 ilustram a saída de dados na qual contém um trecho ou parte dos resultados obtidos. O resultado completo consiste em todos os valores obtidos para cada índice, a estatística de erro e também o valor de α para o fator de ajuste. Para o caso deste conjunto de dados (estação Nhumirim), o fator de ajuste foi $\exp(0.09 \cdot vv)$. Assim, para $\alpha=0.09$, o risco 1 passou a ser 11 e o risco 2 passou a ser 5. O usuário poderá comprovar isso ao executar o sistema ilustrado na Figura 3 (Simulação para melhorar índice de risco de incêndio).

FIGURA 4 - Saída HTML de parte de resultado do risco de incêndio conforme dados de entrada.

Focos de incêndio	Insolação	FMA	Perigo/Risco	FMA+	Perigo/Risco	Nesterov	Perigo/Risco	Telecyn	Perigo/Risco	Angstron	Perigo/Risco
0	0	0	Sem Risco	0	Sem Risco	0	Sem Risco	0	Sem Risco	3.92	Com Risco
0	0	1.18	Pequeno	1.62	Sem Risco	133.49	Sem Risco	0	Sem Risco	4.33	Com Risco
0	0	2.26	Pequeno	2.74	Sem Risco	194.58	Sem Risco	1.41	Sem Risco	4.75	Com Risco
0	0	1.73	Pequeno	1.94	Sem Risco	0	Sem Risco	0	Sem Risco	3.65	Com Risco
0	0	0	Sem Risco	0	Sem Risco	0	Sem Risco	0	Sem Risco	3.19	Com Risco
0	0	0	Sem Risco	0	Sem Risco	0	Sem Risco	0	Sem Risco	4.05	Com Risco
0	0	1.56	Pequeno	1.69	Sem Risco	532.75	Medio	1.5	Sem Risco	2.73	Com Risco
0	0	0	Sem Risco	0	Sem Risco	0	Sem Risco	0	Sem Risco	2.68	Com Risco
0	0	1.32	Pequeno	1.43	Sem Risco	342.82	Pequeno	0	Sem Risco	3.37	Com Risco
2	8.9	2.91	Pequeno	3.15	Pequeno	862.02	Medio	1.49	Sem Risco	2.74	Com Risco

FIGURA 5 - Saída CSV de parte do resultado do risco de incêndio conforme dados de entrada

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Dia	Mes	Ano	Temperatura	UR em %	Precipitacao	Velocidade	Focos de In	Insolacao	FMA	Perigo/Risco	FMA+	Perigo/Risco	Nesterov	Perigo/Risco	Telecyn
9	1	2004	29.5	80	24	2	0	0	0	0 Sem Risco	0	0 Sem Risco	0	0 Sem Risco	0
10	1	2004	33.3	69	0	2	0	0	0.145	Pequeno	1.57	Sem Risco	527.33	Medio	1.52
11	1	2004	31.5	71	0.8	1	0	0	0.286	Pequeno	3.04	Pequeno	948.97	Medio	3.02
12	1	2004	33.5	61	0	4	0	0	0.45	Medio	4.96	Pequeno	1623.88	Grande Risco	4.55
13	1	2004	33.7	64	0	2	0	0	0.606	Medio	6.65	Pequeno	2257.63	Grande Risco	6.07
14	1	2004	32.7	55	0	2	0	0	0.788	Medio	8.62	Medio	2984.44	Grande Risco	7.59
15	1	2004	32.9	69	0	4	0	0	0.933	Alto	10.32	Medio	3493.89	Grande Risco	9.11
16	1	2004	34.1	44	0	4	0	0	0.116	Alto	12.99	Medio	4513.91	Altissimo	10.64
17	1	2004	35.3	50	0	6	0	0	0.136	Alto	15.53	Alto	5521.49	Altissimo	12.19
18	1	2004	36.1	49	0	2	0	0	0.1564	Alto	17.74	Alto	6619.77	Altissimo	13.74
19	1	2004	24.9	55	0	6	0	0	0.1746	Alto	20.05	Alto	6972.13	Altissimo	15.14
20	1	2004	34.7	56	0	2	0	0	0.1925	Alto	21.98	Alto	7815.3	Altissimo	16.68
21	1	2004	32.7	62	0	6	0	0	0.2086	Muito Alto	24.03	Muito Alto	8429.05	Altissimo	18.19
22	1	2004	30.1	74	7.6	2	0	0	0.969	Alto	11.08	Medio	4548.04	Altissimo	0
23	1	2004	34.1	59	0	2	0	0	0.1138	Alto	12.92	Medio	5294.84	Altissimo	1.53
24	1	2004	35.1	53	0	4	0	0	0.1327	Alto	15.13	Alto	6226.26	Altissimo	3.08
25	1	2004	34.5	59	0	4	0	0	0.1496	Alto	17.12	Alto	6998.8	Altissimo	4.62
26	1	2004	25.9	60	0	2	0	0	0.1663	Alto	18.93	Alto	7344.52	Altissimo	6.03
27	1	2004	37.3	49	0	2	0	0	0.1867	Alto	21.14	Alto	8556.13	Altissimo	7.6
28	1	2004	36.3	53	0	2	0	0	0.2056	Muito Alto	23.18	Alto	9585.09	Altissimo	9.16
29	1	2004	32.7	66	0	2	0	0	0.2208	Muito Alto	24.82	Muito Alto	10134.24	Altissimo	10.68
30	1	2004	34.1	66	0	4	0	0	0.236	Muito Alto	26.6	Muito Alto	10753.54	Altissimo	12.21
31	1	2004	27.8	80	18.8	4	0	0	0	0 Sem Risco	0	0 Sem Risco	0	0 Sem Risco	0
1	2	2004	26.2	85	6	3	0	0	0.118	Pequeno	1.62	Sem Risco	133.49	Sem Risco	0
2	2	2004	26	93	0	1	0	0	0.226	Pequeno	2.74	Sem Risco	194.58	Sem Risco	1.41
3	2	2004	29.5	78	11	2	0	0	0.173	Pequeno	1.94	Sem Risco	0	Sem Risco	0
4	2	2004	31.1	72	26	2	0	0	0	0 Sem Risco	0	0 Sem Risco	0	Sem Risco	0
5	2	2004	28	83	31.2	1	0	0	0	0 Sem Risco	0	0 Sem Risco	0	Sem Risco	0

Este sistema para escolha do melhor método e possível melhoria nos resultados por meio de um fator de ajuste é simples de usar, contando ainda com um *Help* ou Ajuda, que orienta como inserir os dados de entrada por meio de arquivo CSV.

Além disso, é software livre e posteriormente poderá ser obtido por meio de contato com a Embrapa Pantanal (balbina@cpap.embrapa.br) ou com a Embrapa Arroz e Feijão (narciso@cnpaf.embrapa.br).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os 5 índices para cálculo de risco de incêndio considerados neste trabalho foram feitos para determinadas regiões e condições específicas e englobam poucas variáveis climáticas tais como temperatura, umidade do ar, ponto de orvalho (Telecyn) e velocidade do vento (FMA⁺). Estes índices não conseguem 100% de sucesso em previsões, conforme foi mostrado neste trabalho. Assim, para melhorar o rendimento destes índices, foi proposto um fator de correção em função da velocidade do vento, visto que esta contribui no processo de espalhamento de calor. Graças a este fator, foi possível melhorar o índice que mais se adaptou àquele conjunto de dados que expressa uma determinada região. Com o índice corrigido, pode-se fazer previsões de risco de incêndio para os próximos dias (em torno de 1 a 3 dias), visto que sites especializados no assunto, como o INMET, por exemplo, possuem dados de clima previstos para os próximos dias a contar da data presente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INPE. Site disponível em www.inpe.br. Visitado em 12/08/2011.
- NARCISO, M.G.; SORIANO, B.M.A.; SANTOS, S.A.; DANIEL, O. **Utilização de sistema de informação de dados climáticos para cálculo de índices de risco de incêndio para a sub-região da Nhecolândia**. XVI Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP) 2009, Bauru-SP, 2009.
- NARCISO, M.G.; SANTOS, S.A. **Sistema de informação para a análise da curva de crescimento de bezerros e cavalos**. XVI Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP) 2010, Bauru-SP. 2010.
- NUNES, J.R.S.; SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. FMA⁺ - **Um novo índice de perigo de incêndios florestais**. In: **Seminário de Atualidades em Proteção Florestal, 2, Blumenau**. Anais. Curitiba: FUPEF, 2005. p.1-12.
- SOARES, R.V. **Determinação de um índice de perigo de incêndios para a região centro-paranaense, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA, Turrialba, Costa Rica: IICA, 1972. 72 p.
- TIZZIOTTI, J. G. **Matemática**. Editora Ática, São Paulo, 2010.
- VOLPATO, M.M.L. **Imagens AVHRR-NOAA para determinação do potencial de incêndios em pastagens**. Tese de Doutorado. Unicamp, Campinas, 2002.

AÇÕES GOVERNAMENTAIS PRIORITÁRIAS PARA OTIMIZAÇÃO DO USO DA CABOTAGEM NOS PORTOS BRASILEIROS

Grace Kelly Freitas MENDONÇA
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
grace_mendonca1@hotmail.com

Rafaela Linhares OLIVEIRA
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
rafaelalinhars90@hotmail.com

Roniérison Jesus SANTOS
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
ronierison@hotmail.com

Prof.^a Ms. Jucelaine Lopes de OLIVEIRA (Orientadora)
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
prof.jucelaine@fatecjd.edu.br

RESUMO

Este estudo discute como ações governamentais podem influenciar na utilização da cabotagem no Brasil. Existem diversos discursos sobre investimento em cabotagem e hidrovias, mas poucos são os que realmente se concluem, isso se dá por presença de alguns fatores decorrentes, em sua maioria, da falta de ações do governo que reflete cada vez mais a baixa competitividade no modal aquaviário em comparação a outros modais. Dessa forma, para tornar a cabotagem um transporte de movimentação de cargas mais vantajosa e competitiva, as ações governamentais devem girar em torno de fatores como: infraestrutura, burocracia, tarifas e incentivos.

PALAVRAS CHAVE: Cabotagem. Competitividade. Fatores. Governo. Transporte.

ABSTRACT

This study discusses how government actions can influence the use of coastal Brazil. There are several speeches on investment in coastal shipping and waterways, but there are few who actually conclude, it is by the presence of some factors arising mostly from the lack of government actions that increasingly reflects the low competitiveness in the waterway modal compared to other models. Thus, to make a cabotage a transport of cargo more advantageous and competitive, the governmental actions should revolve around factors such as: infrastructure, bureaucracy, tariffs and incentives.

KEY WORDS: Cabotage. Competitiveness. Factors. Government. Transport.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que possui rica hidrografia e uma costa propícia à realização da cabotagem, entretanto ainda são necessárias algumas ações para seu melhor desenvolvimento. Alguns estudiosos alegam que o Brasil não possui navegação costeira, mas sim transbordo, enquanto outros defendem a modalidade. A exemplo da aludida defesa, Dias (2010) afirma que, “o mercado de cabotagem tem muito a crescer, já que funciona como um eficiente substituto do transporte rodoviário de longa distância”, isso ganha maior validação quando se considera o aumento obtido na Log-in, na ordem de 35% na movimentação de mercadorias pela costa brasileira. Já Zimmer (2009) critica a modalidade, aponta que o Brasil possui uma falsa cabotagem e para mudar este cenário é preciso criar uma política nacional para o transporte. Em análise comparativa entre rodovias e cabotagem, o autor afirma que o Brasil possui uma costa rica que não possui necessidade de manutenção e não precisa ser renovada, defende que é preciso acabar com a “falsa guerra” de setores que visam a não interiorização da navegação do país, não complementando a matriz de transportes e afetando diretamente a produção de riqueza para os brasileiros.

Na mesma concepção, Keedi (2010) aponta a necessidade de fazer substituição do veículo rodoviário, devendo este situar-se na faixa logística de operação, que é a distribuição de carga e transporte em pequenas distâncias.

Em meio às discussões levantadas, este estudo se propõe a avaliar a seguinte questão: Como ações governamentais podem contribuir para otimizar a utilização da cabotagem no território brasileiro?

Portanto, é necessário discorrer sobre principais ações que devem ser realizadas por parte da governança, que proporcionem a competitividade necessária para a ascensão da cabotagem. Assim, conseqüentemente, proporcionando maior equilíbrio na matriz de transportes e beneficiando de fato a logística de movimentação no país.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização do presente trabalho é a pesquisa bibliográfica, de natureza exploratória, uma vez que este estudo visa proporcionar maior familiaridade com o tema (GIL, 1991).

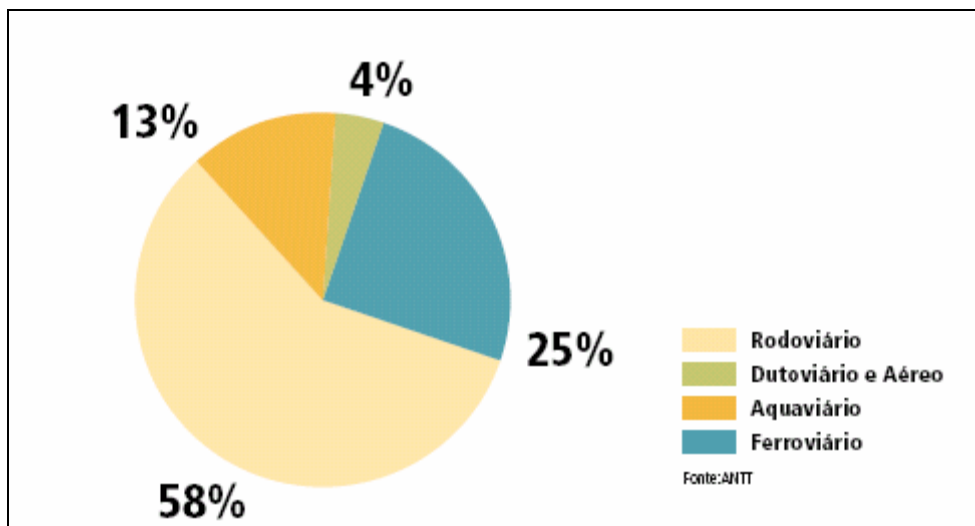
Com base em livros, artigos e periódicos relacionados ao estudo da cabotagem, este método contribuiu de forma mais significativa para abordar, esclarecer e aperfeiçoar o estudo, devido à quantidade, relativamente grande, de informações voltadas ao tema.

Portanto, para expor o assunto de uma maneira mais vantajosa, no decorrer do artigo serão apresentados dados técnicos de agentes, que de alguma forma, estão envolvidos na cabotagem.

A CABOTAGEM NO BRASIL

Comparada a outros países, como EUA, a matriz de transporte brasileira sofre disparidades. Segundo Erhart e Palmeira (2006), o modelo aquaviário movimenta apenas 13% do transporte de cargas, enquanto 58% são movimentados por rodovias, 25% por trens e 4% representam os modais aéreo e dutoviário. Isso pode ser observado por meio da figura 1.

FIGURA 1 – Matriz de Transporte Brasileira



Fonte: Erhart e Palmeira. *Economía do Brasil - Análise do Setor de Transporte* (2006)

A análise das informações torna claro como a participação do modal aquaviário é pequena considerando sua capacidade operacional e as vantagens que oferece em relação aos demais modais. Dentro dessa perspectiva, a cabotagem não é tão diferente. Segundo a Revista Custo Brasil (2004, p.33), apesar de nos últimos seis anos esta modalidade ter registrado um crescimento de 1.700%, transferindo dos caminhões para os navios toneladas de bens, a mesma ainda tem muito que crescer.

O advogado, professor de Direito Marítimo e Regulatório do Programa de Mestrado em Ciência Jurídica da Univali, Junior (2009), complementa ao afirmar que atualmente a cabotagem no Brasil detém participação de apenas 1% no modal aquaviário, porém a perspectiva é que em 2023 a cabotagem chegue a 3% (após os investimentos do Plano Nacional de Logística e Transportes).

Mesmo com o constante desenvolvimento e até mesmo a aposta de crescimento futura, pode-se dizer que a cabotagem ainda não atingiu e não atingirá o grau de significância desejada. Até porque os investimentos e estrutura atual ainda não são suficientes para que isto ocorra. Com base nisso, para ampliar a utilização desse modelo de transporte e torná-lo vantajoso, algumas ações governamentais em fatores básicos e específicos devem ser realizadas, pois estes estão vinculados à baixa competitividade da cabotagem em relação, principalmente, ao modal rodoviário (BARBOSA, 2008).

AÇÕES GOVERNAMENTAIS: BENEFÍCIOS À CABOTAGEM

O governo brasileiro tem papel fundamental no desenvolvimento da cabotagem. Analisando nosso sistema portuário, observa-se que os investimentos governamentais nos 10 anos não foram coerentes com a real necessidade dessa modalidade de transporte em relação a sua infraestrutura, sua modernização de frotas e equipamentos, tendo como grande impacto a paralisação de projetos no setor. O modelo atual de governança não tem políticas de desenvolvimento que valorizem a utilização da cabotagem, visto que a desigualdade de investimentos em relação aos outros modais acarreta no alto custo de combustíveis, na demora de movimentação dentro nas instalações portuárias e no desfalque na legislação vigente, onde se faz necessária a análise, pelo Governo

Federal, dos critérios contidos na legislação, que criam uma imensa “teia de burocracia” impedindo a competitividade entre modais (SOUZA, 2010).

Com todos esses problemas, há pouco interesse da iniciativa privada em uma modalidade que, atualmente, não fornece vantagens competitivas suficientes para o transporte de longo curso.

Modernização dos Portos – infraestrutura, frota e equipamentos

Para discorrer sobre o tema que diz respeito à modernização portuária, é imprescindível citar a Lei de Modernização dos portos, mais precisamente, a de nº 8.630/93. Esta revoga a Legislação anterior – ano de 1934, e Decretos Leis 5/66 e 83/66, tendo como ações inovadoras o fim do monopólio dos portos organizados, permitindo a ampla autonomia de iniciativas privadas na exploração das instalações, conforme dispõe o parágrafo 2º do artigo 4º, e seus direitos e deveres quanto às suplementações, alterações e expansões do serviço e conseqüente modernização, aperfeiçoamento e ampliação das instalações, haja vista o dispositivo constante no inciso VIII do artigo 4º.

A reformulação implicou na desativação da Portobrás², tornando o Ministério dos Transportes o responsável pela administração das Cias Docas e na criação do CAP³, responsável por avaliar propostas de orçamento, promover a racionalização, aperfeiçoar o uso das instalações e em homologar horários e valores das tarifas portuárias. Seu objetivo é beneficiar o interesse e crescimento das empresas privadas nas instalações portuárias, contribuindo para o aumento da capacidade, da qualidade de serviço, da produtividade, melhoria da infraestrutura e equipamentos, bem como de sua otimização.

De acordo com a SEP⁴ (2010), dos 34 portos públicos marítimos pertencentes aos mais de 8,5 mil quilômetros navegáveis da costa brasileira, 32 portos estão aptos ao transporte por cabotagem, porém, apenas 11 já o praticam com empresas privadas. Por meio destes dados, a SEP iniciou o PIC⁵, cujo um dos principais objetivos é:

- Simplicidade no processo de cabotagem e maior integração dos portos regionais, minimizando o custo de operação e maximizando a logística regional.

Conforme explica o coordenador geral de Gestão da Informação da SEP, Luiz Hamilton (2010): “A idéia surgiu quando detectamos a existência de portos com capacidade de operação instalada ociosa”.

Visando a modernização dos portos, a SEP possui outros projetos como obras do PAC⁶, com ênfase na manutenção, recuperação e ampliação da infraestrutura portuária (NAVALBRASIL, 2010); o programa Nacional de Dragagem, com R\$ 1,4 bilhão previsto no investimento de aprofundamento de canais, permitindo a maior movimentação de mercadorias por navios de grande porte (IBAMA, 2011) e o PNL⁷, com ênfase em investimentos públicos em portos concentradores e alimentadores, que de acordo com a SEP é uma tendência operacional verificada mundialmente (INTERMODAL, 2010).

Ainda no contexto de modernização da cabotagem, é importante ressaltar os investimentos que devem ser feitos em relação à frota marítima. Segundo Lourenço (2009), as frotas existentes para a cabotagem apresentam embarcações com, em média, 21 anos de uso, considerando que a vida útil de um navio é de 25 anos.

² Empresa Brasileira de portos S.A

³ Conselho de Autoridade Portuária

⁴ Secretaria Especial de Portos

⁵ Projeto de Incentivo à Cabotagem

⁶ Programa de Aceleração do Crescimento

⁷ Plano Nacional de Logística Portuária

A ANTAQ⁸ (2010) *apud* Portal Marítimo (2011), aponta a escassez das embarcações em relação à demanda de cabotagem brasileira, ocasionando o aumento nas autorizações para afretamento de embarcações estrangeiras em 2010, conforme comunicado da Agência:

A resposta à procura de transporte na cabotagem depende do afretamento de embarcações. Em 2010, foram confirmados pedidos de autorização de afretamento de embarcações estrangeiras no valor de 25,9 milhões de dólares.

Segundo Amâncio (2011) a frota regular de navios porta-contêineres dedicada à cabotagem é de 20 embarcações, sendo oito da Aliança, sete da Log-In, três da Mercosul Line e duas da Maestra. Apesar dos impasses, o impulso à cabotagem gerou investimentos por parte das empresas neste ano. Como exemplos, temos a Maestra, que estará com mais duas unidades até Julho de 2011, a Aliança que irá reativar dois navios afastados desde 2009, devido à crise mundial, e a Log-In, com plano de renovação de frota que prevê embarcações maiores para substituir as atuais, sendo duas liberadas até setembro deste ano, totalizando investimento de R\$ 1,3 bilhão. “Acreditamos que esse mercado tem um potencial de crescimento muito forte”, expressa o presidente da Log-In, Vital Jorge, sobre o investimento da empresa. (PORTAL MARITIMO, 2011)

Redução da Burocracia Portuária

O excesso de burocratização nos portos brasileiros dificulta a competitividade da cabotagem no mercado nacional. APPA⁹ (2006) *apud* Intermarket (2006) defende que as questões legislativas são os grandes entraves no modal aquaviário, onde há desigualdade entre os modais. A exemplo disso, o autor aponta que no rodoviário são exigidos apenas nota fiscal da mercadoria, o conhecimento rodoviário e a habilitação do motorista, sendo que na cabotagem, além de ter uma alta tributação, é necessário apresentar documentos como se estivesse realizando uma exportação.

O Brasil ocupa a 61ª posição no ranking de tempo para liberação de navios, conforme relatório elaborado pelo Banco Mundial. E isso significa mais custos de frete para as exportações e importações. O tempo de estadia de um navio nos portos brasileiros é em média 5,8 dias, em contrapartida, em países como Europa, este tempo é reduzido pra apenas 7 horas ele acrescenta (PASSOS, 2010). Nesta realidade se vê claramente a necessidade de projetos para sanar estes problemas, já que o atraso na cabotagem por conta da burocracia não só encarece a logística brasileira como também degrada sua imagem internacionalmente.

Dentre os projetos para aperfeiçoar o sistema portuário brasileiro e fomentar a integração dos medianeiros do processo portuário, a SEP desenvolveu o PSP¹⁰, objetivando a desburocratização dos procedimentos fundamentais para a estadia de navios nos portos marítimos nacionais. O projeto utiliza-se de um único meio de distribuição que, por meio de acordos de cooperação, fornece informações para os seis órgãos participantes, sendo eles:

- ANVISA¹¹;
- Autoridade Portuária;
- Marinha do Brasil;
- Polícia Federal;
- Receita Federal;
- VIGIAGRO¹².

⁸ Agência Nacional de Transportes Aquaviários

⁹ Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina

¹⁰ Porto Sem Papel

¹¹ Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Esta janela única é um banco de dados onde as informações serão inseridas apenas uma vez, e a partir daí, passadas para os agentes de interesse e órgãos públicos (SEP, 2010). É necessário entrar em contato com cada um dos órgãos citados para que um navio seja liberado para carga e descarga e sem a informatização o agente de navegação precisa preencher diversos formulários e prestar informações para todos eles, isso torna a operação morosa e excessivamente burocrática.

Incentivos Governamentais - Combustível, Tarifas e Legislação

A cabotagem possui grande potencial no Brasil, mas para o crescimento desta, é necessário que existam incentivos governamentais. A costa brasileira possui 8,5 quilômetros, dentre estes cerca de 4 mil são navegáveis e apesar disso, a modalidade de transporte de cabotagem é pouco utilizada (AGUIAR, 2010).

Um dos principais entraves para o desenvolvimento desta modalidade de transporte é o custo do bunker (combustível utilizado por navios), pois este deve ter um custo igual para navios de longo curso, que em tese é o mesmo, mas em seu custo final, acaba sendo encarecido, já que o combustível de navios de longo curso é beneficiado por diversas isenções fiscais, o que não acontece com a cabotagem e acaba encarecendo o transporte em até 20% (CANEJO, 2010).

Segundo Merlin (2010), “a maior parte dos acessos portuários é inadequada e a limitação da frota para a cabotagem é visível”, isso ocorre por conta da dificuldade existente na construção de embarcações, pois pela falta de incentivos tributários para aumentar a capacidade operacional, os estaleiros nacionais mantêm um alto custo de operação.

Com a desoneração do bunker, uma grande barreira para a cabotagem irá abaixo, fazendo com que a atenção do mercado se cresça em direção a este serviço, tal crescimento aumentará o trânsito de cabotagem, assim necessitando de incentivos tributários no aumento da capacidade operacional de estaleiros e conseqüentemente, melhorando a qualidade da frota de cabotagem.

Na legislação, para a cabotagem é necessário que um navio seja tanto construído no Brasil, como possua bandeira brasileira, mas como os estaleiros possuem uma capacidade operacional limitada, o que deveria incentivar a construção de navios para a cabotagem, acaba por dificultá-la, já que por conta do Pré-sal, os estaleiros nacionais estão lotados com a grande demanda da Petrobrás.

A legislação também exige que 2/3 da tripulação seja brasileira, lei esta questionada por empresários, que acreditam que essa fração seja muito alta. E apontam que outra dificuldade são os encargos trabalhistas, pois estes são muito altos, deixando o processo mais oneroso (AGUIAR, 2010). Existe uma dificuldade em conciliar a legislação com o desenvolvimento serviço de cabotagem, já que esta constrói diversos entraves. É necessária uma modificação, proporcionando que a legislação possa criar meios para que a cabotagem complete o serviço logístico de outros modais, realizando acordos intermodais e barateando o serviço de cabotagem assim como, o custo logístico no Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O governo brasileiro tem papel fundamental no desenvolvimento da cabotagem. A participação ou a não participação deste no sistema, influencia diretamente nos resultados alcançados por todos aqueles que também estão inseridos nesse mercado. Assim como os grandes impactos que são gerados na economia da região e, conseqüentemente, do país.

¹² Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional

De maneira geral, o transporte de cabotagem com bandeira nacional apresenta pouca vantagem competitiva entre outros modais. Isso acontece por conta de alguns fatores aos quais não é dada a devida importância pelo governo. Modernização dos portos, redução da burocracia portuária e incentivos governamentais englobam praticamente todos os elementos que podem alavancar o crescimento deste modelo de transporte no país e ao contrário disso geram atrasos que resultam em grandes perdas ao mesmo.

Portanto, é visto que o transporte por meio de cabotagem é uma alternativa excelente a tendência que se segue pela matriz de transporte. Associados com os incentivos e benefícios governamentais suficientes e utilizados de maneira correta, este tipo de serviço será um elemento estratégico, proporcionando diferenciais competitivos no mercado, tornando-se uma importante ferramenta no crescimento econômico nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, Caroline. *Grupo de trabalho na Casa Civil discutirá cabotagem*, 2010. Disponível Em: <<http://www.portogente.com.br/texto.php?cod=30657>>. Acesso em: 29/04/2011.
- AMÂNCIO, Frederico. *Porto de Suape*, 2011; Disponível Em: <http://portuariape.blogspot.com/2011_04_24_archive.html>. Acesso em 30/04/2011.
- ANTAQ (2010) *Apud* Portal Marítimo (2011). *Frota brasileira não dá conta da demanda na Cabotagem*. Disponível Em: <<http://portalmaritimo.com/2011/05/18/frota-brasileira-nao-da-conta-da-demanda-na-cabotagem>>. Acesso em: 30/05/2011.
- APPA (2006) *apud* Intermarket (2010). *Appa sugere medidas para incentivar operações de cabotagem no Paraná*. Disponível Em: <<http://www.revistaintermarket.com.br/materia.php?id=8709>>. Acesso em: 30/04/2011.
- BARBOSA, Murillo de Moraes Rego Corrêa. *A Expansão da Cabotagem e os Reflexos na Gestão da Cadeia Logística dos Usuários de Transporte*, 2008. Disponível Em: <www.antaq.gov.br/portal/pdf/palestras/Mai08ConferenciaPortos.pdf>. Acesso em: 17/05/2011
- CANEJO, José Luiz, entrevista: *Cabotagem precisa ser mais competitiva*, Webtranspo 2010; Disponível Em: <http://www.dcllogisticsbrasil.com.br/pt_br/noticias-pagina.php?show=323>. Acesso em 31/05/2011.
- DIAS, Mauro, *Log-In registra alta de 35% na movimentação de cargas*, entrevista para Agência Estado, 2010; Disponível Em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/Neg%C3%B3cios+Geral,log-in-registra-alta-de-35-na-movimentacao-de-cargas,not_20292.htm>. Acesso em 30/04/2011.
- ERHART, Sabrina; PALMEIRA, Eduardo Mauch. *Economia do Brasil - análise do Setor de Transportes*, 2006. Disponível Em:<<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/06/sempt.htm>>. Acesso em: 01/06/2011.
- GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo, Editora: Atlas, 1991.
- IBAMA. *Governo moderniza licenciamento ambiental*. 2011. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/publicadas/governo-moderniza-licenciamento-ambiental>>. Acesso em: 07/05/2011.
- INTERMODAL. *Previsões otimistas na economia aumentam a expectativa para a Intermodal 2010, o maior evento de transporte, logística e comércio internacional das Américas*, 2010. Disponível em: <<http://www.intermodal.com.br/index.php/index.php?canal=noticias&pgID=191109-112041-886c771e>>. Acesso em: 30/04/2011.
- JUNIOR, Osvaldo Agripino de Castro. *Carga tributária impede que setor deslanche*, 2009. Disponível Em: <<http://www.guiamaritimo.com.br/nota.php?id=2030>>. Acesso em: 05/08/2011
- KEEDI, Samir. *A cabotagem brasileira*, 2010. Disponível Em: <<http://www.dci.com.br/A-cabotagem-brasileira-4-327697.html>>. Acesso em: 30/04/2011.

- LOURENÇO, Milton. *A hora da Cabotagem*, O Estadão de São Paulo, 2009. Disponível Em: <http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20090110/not_imp305106,0.Php>. Acesso em: 07/05/2011.
- MERLIN, Bruno. *Custos e infraestrutura inadequada são os principais problemas*, 2010. Disponível Em: <<http://www.revistaportuaria.com.br/site/?home=noticias&n=zzqmC>>. Acesso em: 27/04/2011.
- NAVALBRASIL. *Sistema Portuário Nacional*, 2010. Disponível Em: <<http://navalbrasil.com/portos/>>. Acesso em: 27/04/2011.
- PASSOS, Najla. *Porto Sem Papel quer reduzir tempo de estadia de navios em 25%*, 2010. Disponível Em: <<http://www.portogente.com.br/texto.php?cod=27257>> Acesso em: 28/04/2011.
- PORTAL MARITIMO. *Cabotagem Crescendo e Aparecendo*, 2011. Disponível Em: <<http://portalmaritimo.com/2011/04/26/cabotagem-crescendo-e-aparecendo/>>. Acesso em 28/04/2011.
- SEP. *Porto sem Papel*, 201?. Disponível Em: <http://www.portosdobrasil.gov.br/programas-e-projetos/porto-sem-papel/pag_inicial> Acesso em: 29/04/2011.
- SOUZA, Daniel Lúcio Oliveira de, entrevista: *Cabotagem precisa ser mais competitiva*. Webtranspo 2010. Disponível Em: <http://www.dcllogisticsbrasil.com.br/pt_br/noticias-pagina.php?show=323> . Acesso em: 31/05/2011.
- ZIMMER, Henrique Germano. *No Brasil não tem cabotagem, tem transbordo*, 2009. Disponível Em: <<http://www.revolucaomkt.com.br/clippings/interface-engenharia-aduaneira /materia/no-brasil-nao-tem-cabotagem-tem-transbordo-critica-engenheiro>>. Acesso em: 30/05/2011.

A IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGAS

Leandro Borges MOURA
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Fatec-Jd, CEETPS, Jundiaí, SP, Brasil.
leandroborges.moura@gmail.com

Paulo Jefferson Fonte BASSO
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Fatec-Jd, CEETPS, Jundiaí, SP, Brasil.
paulojfontebasso@yahoo.com.br

Rodrigo dos Reis GANDIA
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Fatec-Jd, CEETPS, Jundiaí, SP, Brasil.
rodrigo.gandia@gmail.com

Prof.^a. Dra. Sueli Soares dos Santos BATISTA (Orientação)
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Fatec-Jd, CEETPS, Jundiaí, SP, Brasil.
suelissbatista@uol.com.br

RESUMO

Com o crescimento do transporte ferroviário de cargas no país, a busca por ferramentas que aumentem a eficiência e a competitividade entre as empresas que atuam neste setor é cada vez maior. Para a logística, o fluxo de informação tem um grande peso nas operações. Com o avanço da tecnologia da informação, ferramentas de comunicação e gerenciamento de informações melhoram a coordenação das operações e reduzem custos logísticos. O foco do presente trabalho, através de pesquisa bibliográfica, é a importância dos sistemas de informação no transporte ferroviário de cargas.

PALAVRAS-CHAVE: Modal Ferroviário, Sistemas de Informação, Eficiência no Transporte.

ABSTRACT

With the growth of rail freight in the country, the search for tools that increase efficiency and competitiveness among companies operating in this sector are increasing. For logistics, information flow is of major operations. With the advancement of information technology, communication tools and management information improves the coordination of operations and reduce logistics costs. The focus of this research is the importance of information systems in rail freight.

KEY WORDS: Modal Rail, Information Systems, Efficient Transportation.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o modal ferroviário é principalmente utilizado no deslocamento de grandes toneladas de produtos homogêneos a longas distâncias. Como exemplos estão os minérios, grãos e derivados de petróleo.

Este modal passa por uma fase de revitalização, após uma enorme crise no setor que o levou a um sucateamento parcial. A partir daí, houve a privatização das malhas ferroviárias, fazendo com que, de acordo Xavier Filho (2006), o modal ferroviário recebesse inúmeros investimentos, como em capacidade operacional, capacitação de pessoal, equipamentos, entre outros. Atualmente, 25.895 km de ferrovias são operados por empresas da iniciativa privada.

Este artigo tem como principal objetivo demonstrar a importância dos sistemas de informação no transporte ferroviário de cargas como um diferencial, aumentando sua eficiência e competitividade frente a outras empresas do setor. Partimos da hipótese que o uso dos sistemas de informação potencializa as vantagens do modal ferroviário.

1. TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGAS NO BRASIL

De acordo com a Tabela 1, pode-se verificar as concessionárias, a extensão da malha ferroviária e a região de atuação, juntamente com as datas de início de operação.

TABELA 1 – Desestatização das Malhas Ferroviárias.

Malhas Regionais	Data do Leilão	Concessionárias	Início da Operação	Extensão (Km)
Oeste	05/03/1996	Ferrovia Novoeste S.A.	01/07/1996	1.621
Centro-Leste	14/06/1996	Ferrovia Centro-Atlântica S.A.	01/09/1996	7.080
Sudeste	20/09/1996	MRS Logística S.A.	01/12/1996	1.674
Tereza Cristina	22/11/1996	Ferrovia Tereza Cristina S.A.	01/02/1996	164
Nordeste	18/07/1997	Cia. Ferrovia do Nordeste	01/01/1998	4.534
Sul	13/12/1998	Ferrovia Sul-Atlântico S.A. - Atualmente - ALL América Latina Logística S.A.	01/03/1998	6.586
Paulista	10/11/1998	Ferrovias Bandeirantes S.A.	01/01/1999	4.236
Total				25.895

Fonte: DNIT, 2010.

Nota-se que o modal ferroviário vem crescendo nos últimos anos. De acordo com Vilaça (2010), a produção do transporte ferroviário de cargas, entre os anos de 1997 e 2009, cresceu cerca de 77,4%, enquanto, nesse mesmo período, o crescimento da produção do país ficou em apenas 39,5%. Os investimentos privados promoveram o aumento de 77% nesse mesmo período.

De acordo com a Tabela 2, verifica-se o crescimento da receita do transporte ferroviário de cargas por via.

TABELA 2 – Receita em reais do transporte de carga por estrada (2003-2007).

ESTRADA	SIGLA	2003	2004	2005	2006	2007
América Latina Logística do Brasil S.A.	ALL	681.354	768.742	926.050	1.145.160	1.082.678
Companhia Ferroviária do Nordeste S.A.	CFN	37.011	51.273	56.508	60.295	83.633
Estrada de Ferro Carajás	EFC	1.133.945	1.416.096	1.855.631	1.829.235	2.774.991
Estrada de Ferro Vitória a Minas	EFVM	1.774.334	2.158.340	2.580.884	3.618.454	3.770.941
Ferrovias Centro-Atlântica S.A.	FCA	512.832	664.239	808.506	856.392	937.373
Ferrovias Novoeste S.A.	NOVOESTE	50.596	61.489	81.034	112.243	96.100
Ferrovias Paraná Oeste S. A.	FERROESTE	20.787	13.553	13.863	0	17.760
Ferrovias Tereza Cristina S.A.	FTC	22.613	29.648	33.105	37.666	37.528
Ferrovias Bandeirantes S.A.	FERROBAN	147.113	189.474	200.666	210.239	303.337
Ferrovias Norte do Brasil	FERRONORTE	373.207	436.622	543.068	450.092	519.135
MRS Logística S.A.	MRS	1.347.136	1.621.259	1.998.477	2.273.530	2.515.382
TOTAL		6.100.928	7.410.735	9.097.792	10.593.306	12.138.858

Fonte: ANTT, 2010.

O modal ferroviário apresenta baixo custo variável, porém, possui alto custo fixo com as vias férreas, terminais, manutenção, entre outros fatores. Possui como vantagens a capacidade para transportar grandes quantidades de produtos, fretes baixos e um baixo consumo energético. Como desvantagens, o custo elevado para transbordos, tempo de viagem demorado e a necessidade de outro modal de transporte para a entrega porta a porta.

Segundo a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2007), as locomotivas e os trilhos são adquiridos no exterior, levando a indústria nacional a aumentar fortemente o seu índice de ocupação. A capacidade instalada de produção é de 7.000 unidades por ano, podendo ser facilmente instalada e aumentada.

De acordo com a Agência Nacional de Transporte Ferroviário (ANTF, 2010), as Concessionárias das Malhas Ferroviárias tem como responsabilidades as seguintes medidas de investimentos:

- Melhoria da condição operacional da via permanente das malhas;
- Aquisição de material rodante e recuperação da frota atual;
- Introdução gradual de novas tecnologias;
- Parcerias com clientes e outros operadores;
- Capacitação empresarial e aperfeiçoamento profissional;
- Ações sociais com campanhas educativas, preventivas e de conscientização;

Dentre estes tópicos podemos destacar a introdução gradual de novas tecnologias, que tem por objetivo, como cita a ANTF (2010), o controle de tráfego e de sistemas, visando um aumento da produtividade, preservação do meio ambiente, segurança e confiabilidade nas operações de transporte e manutenção. Nesse sentido, o Sistema de Informação é um item que gradativamente ganha espaço entre as tecnologias inseridas no setor.

2. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

De acordo com Oliveira (2005, p.23), “Sistema é um conjunto de partes integrantes e interdependentes que, conjuntamente, forma um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função”.

Segundo Gordon e Gordon (2006, p.7), um sistema de informação é a combinação da tecnologia da informação com dados, os procedimentos para processá-los e as pessoas que os coletam, sendo utilizado pelas organizações para o gerenciamento das informações. A gestão das informações é destinada a dar apoio às outras funções da organização e a sua tomada de decisões, contribuindo com o seu planejamento organizacional, pesquisas de mercado, entre outros.

Turban e Rainer (2005) citam que as aplicações de sistema de informação podem ser caras. Portanto, uma organização deve analisar a necessidade das aplicações e justificá-la em termos de custo e de benefícios. Sistemas de informação que proporcionem um rápido e eficiente fluxo de informação são essenciais para eficiência da Logística. Para Nazário (2011), “Os sistemas de informações logísticos funcionam como elos que ligam as atividades logísticas em um processo integrado, combinando hardware e software para medir, controlar e gerenciar as operações logísticas”.

As vantagens competitivas dos sistemas de informação podem ser visualizadas no quadro 1:

QUADRO 1: Vantagens competitivas oferecidas pelos sistemas de informação.

A empresa conquista uma vantagem competitiva por:	Sistemas de informação ajudam as organizações a:
Reagir às condições do mercado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzir o excesso de estoques ▪ Ajustar os preços ao mercado ▪ Reagir rapidamente a vendas decrescentes ▪ Alavancar o caixa ▪ Introduzir novos produtos ▪ Determinar preços
Aprimorar o atendimento ao cliente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responder às necessidades dos clientes ▪ Monitorar o atendimento ao cliente
Controlar custos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Classificar as despesas ▪ Monitorar os gastos ▪ Controlar o orçamento ▪ Fornecer <i>Feedback</i>
Aperfeiçoar a qualidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proporcionar aos trabalhadores da produção acesso imediato às análises ▪ Facilitar a comunicação
Expandir-se globalmente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dar suporte à coordenação

Fonte: Gordon e Gordon (2006. p.46).

Como se vê no Quadro 1, com o uso eficiente dos sistemas de informação, a empresa pode alcançar diversas vantagens competitivas que podem ser agregadas ao transporte ferroviário. A seguir, serão descritos como os sistemas de informação podem ser usados no transporte ferroviário e dois exemplos do mesmo.

2.1. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO UTILIZADOS NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO

No Transporte Ferroviário, além dos sistemas gerenciais utilizados comumente na Logística em geral, há sistemas específicos para o modal. O seu uso tem, principalmente, a finalidade de auxiliar o controle de manutenção, o tempo para o transporte, sistemas de comunicação da base com a locomotiva, entre outras funções. Como citado anteriormente, a logística requer operações com o menor tempo com a maior eficiência possível.

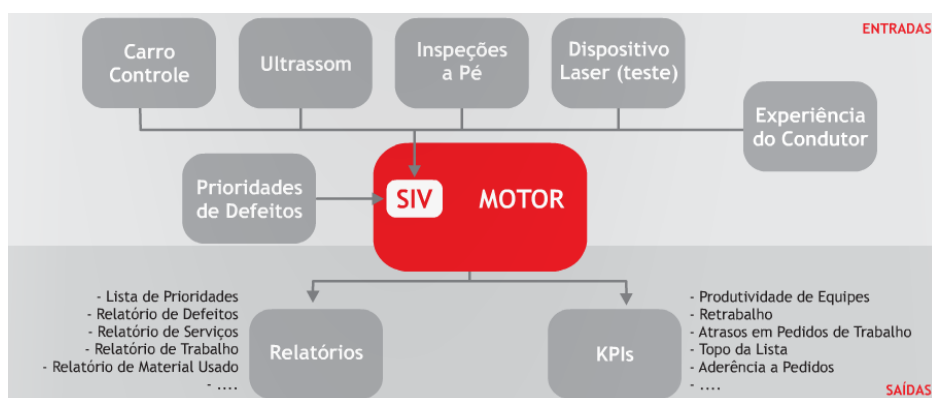
De acordo com Vilaça (2010), as concessionárias vêm investindo grandemente em novas tecnologias, voltadas a segurança e ao ganho de eficiência nas operações. Nesse sentido, como destaques, existem desafios de monitoramento de manutenção das vias permanentes, aprimoramento dos vagões para diferenciação de carga (refrigeradas, por exemplo) e o aumento dos equipamentos voltados à integração com os demais modais de transporte.

Foram pesquisados o Sistema de Informação de Via Permanente (SIV) – utilizado pela ALL Logística e o Sistema Integrado de Automação e Controle de Produção (SIACO) – utilizado pela MRS.

Sistema de Informação de Via Permanente (SIV)

O Sistema de Informação de Via Permanente (SIV) é utilizado pela ALL Logística desde 2006. Este sistema tem por objetivo principal aumentar a segurança da via permanente, buscando classificar os problemas de acordo com a sua prioridade e priorizar sua solução. Na Figura 1 pode-se ver um fluxograma de seu funcionamento:

FIGURA 2: Sistema de Informação de Via Permanente (SIV)



Fonte: ALL Logística, 2010.

Toda informação da via permanente coletada é inserida no banco de dados do SIV. Como se pode observar pela Figura 1, estas informações podem ser coletadas por carros de controle, sistemas de ultrassom, inspeções a pé, dispositivos a laser e, ainda, pela própria experiência do condutor. Os relatórios das inspeções a pé e do condutor, juntamente com os dados dos sistemas de ultrassom, são transformados em arquivos digitais e inseridos no SIV. Os dados do carro de controle são gravados em um CD que é repassado ao sistema.

Os defeitos localizados na via são analisados pelo sistema e recebem um índice de classificação de defeito, chamado ID, em que se estabelecem prioridades de acordo com as informações coletadas, sendo, posteriormente, associados às suas posições georeferenciadas.

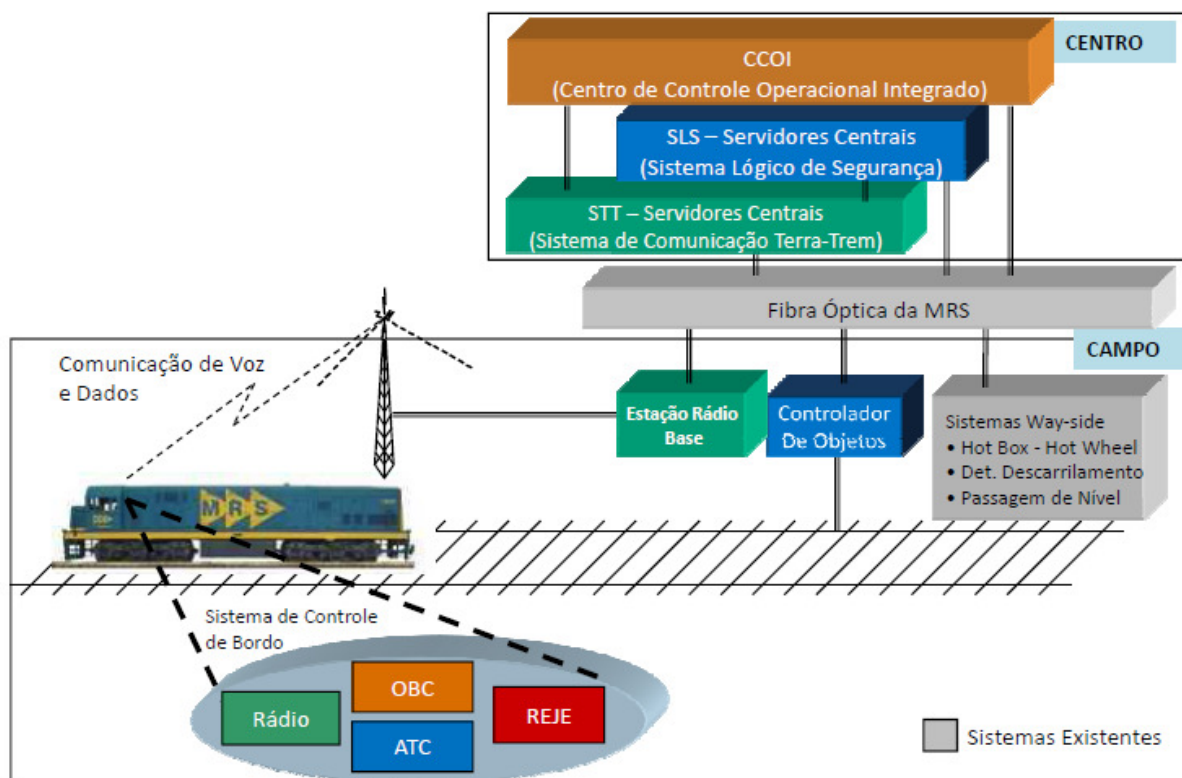
Estas informações são repassadas em forma de relatórios e de indicadores: os relatórios indicam as prioridades de cada módulo, como serviços a serem realizados, defeitos de maior prioridade, entre outros. Os indicadores demonstram a produtividade das turmas de trabalho nas vias permanentes, o tempo de atraso nas ordens, a aderência das turmas de trabalho para as ordens dadas, o retrabalho nos defeitos apresentados, etc. No período noturno, o sistema classifica os defeitos com o seu ID e, no período matutino, equipes trabalham nos defeitos com classificação de maior importância.

Sistema Integrado de Automação e Controle de Produção (SIACO)

Segundo a MRS (2011), o Sistema Integrado de Automação e Controle de Produção (SIACO) é um sistema integrado que utiliza a tecnologia Communication Based Train Control (CBTC) para controle do tráfego ferroviário, permitindo maior segurança, através de freios inteligentes, telemetria das locomotivas em tempo real, melhoria da condução do trem com o uso de computador de bordo, usando infraestrutura de rádio digital para a comunicação de voz e dados entre maquinistas e o Centro de Controle Operacional Integrado.

O projeto teve seu início em abril de 2006 e continua em fase de implementação com o objetivo de dar suporte a capacidade de produção da empresa e a modernização da Sinalização da Malha Ferroviária e do Centro de Controle Operacional, bem como a instalação de Controle de Bordo nas locomotivas e um Sistema de Controle Móvel de Dados.

FIGURA 3: Sistema Integrado de Automação e Controle de Produção (SIACO).



Fonte: Bittencourt, 2010.

Sendo este um sistema integrado, como explica Bittencourt (2010), possui quatro módulos:

- **Centro Operacional Integrado (CCOI):** Tem como objetivo integrar todos os outros componentes do SIACO, tendo uma interface conjunta com os sistemas corporativos e sistemas operacionais utilizados pela MRS.
- **Sistema Lógico de Segurança (SLS):** Possui três processadores que distribuem as mensagens com um protocolo vital.
- **Sistema de Comunicação Terra-Trem (STT):** Sistema de dados e voz digital, compatível com outros sistemas como VHF, PABX, etc. Uma vez que é dedicado ao SIACO, não possui integração aos demais sistemas utilizados pela MRS.
- **Sistema de Controle de Bordo (SCB):** Sistema que possui:
 - Automatic Train Control System (ATC): Calcula curvas de frenagem, paradas no destino e provém, também, seu posicionamento.
 - Onboard Computer (OBC): Gerencia o processo de comunicação com o CCOI e a interface de operação dos condutores dos trens.
 - Registrador de Eventos e Jumper Eletrônico (REJE) – Captura as informações das locomotivas em tempo real, envia alarmes para o condutor, operadores e para o CCOI e permite o comando remoto, a partir do comandante, das outras locomotivas do trem.

CONCLUSÃO

O setor de transporte ferroviário encontra-se em considerável crescimento devido aos investimentos de responsabilidade, tanto do setor público quanto do privado, com o intuito de que haja melhorias na sua produtividade, tendo em vista suas vantagens oferecidas quanto ao transporte de grandes quantidades de produtos a baixo custo e com baixo consumo energético. Como observamos, o investimento em sistemas de informação, além dos demais itens, é de grande importância para estas finalidades de otimização do modal.

Os sistemas de informação têm por objetivo gerenciar os dados e auxiliar na tomada de decisões, algo que na área de logística é de importância fundamental, já que é necessário um ambiente integrado, para que o produto solicitado seja entregue ao cliente final, no prazo e local determinados.

De acordo com as pesquisas realizadas, podemos verificar um aumento da eficiência no uso das vias, na coleta de dados, além de maior controle das manutenções após a implantação dos sistemas descritos. Houve uma maior facilidade quanto à verificação de defeitos na via permanente no SIV e, também, uma agilidade para a execução de trabalhos nos defeitos e trabalhos preventivos, aumento na segurança e na eficiência quanto a este módulo do transporte ferroviário.

O SIACO demonstrou uma grande automação nas locomotivas, freios inteligentes, sistemas de tráfego e de transmissão de dados da locomotiva para a central, mesmo não estando completamente instalado. Tal sistema possui um maior número de módulos em relação ao SIV, alcançando seu objetivo inicial de modernizar o sistema de controle de tráfego e seu controle operacional.

Em suma, a melhoria nas vias e o contínuo investimento devem ser mantidos e se faz necessário um aumento no número de vias, já que com suas vantagens logísticas este modal deveria ser mais utilizado no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALL. **Sistema de Informação de Via Permanente (SIV)**. Disponível em: <http://issuu.com/alllogistica/docs/folder_all_tecnologia_portugues>. Acesso em: 21 de Mar. de 2011.
- ANTF, Agência Nacional de Transporte Ferroviário. **Transporte Ferroviário**. Disponível em: <<http://www.antf.org.br/index.php/informacoes-do-setor>>. Acesso em: 01 de Mar. de 2011.
- ANTT, Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Evolução Recente do Transporte Ferroviário**. Disponível em: <www.antt.gov.br/concessaofer/EvolucaoFerroviaria.pdf>. Acesso em: 01 de Mar. de 2011.
- BITTERCOURT. Paulo. **Projeto SIACO**. MRS Logística S.A., 2010. Disponível em: <<http://www.tetramou.com/uploadedFiles/Files/Presentations/Brazil2008casestudy2MRS.pdf>>. Acesso em: 21 de Mar. de 2011.
- DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **Histórico das Ferrovias**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/ferrovias/historico/historico/>>. Acesso em: 06 de Mar. de 2011.
- GORDON, Steven R.; GORDON, Judith R. **Sistemas de Informação – Uma Abordagem Gerencial**. Editora LTC, 3ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.
- MRS. **Análise da Empresa**. Informativo de Jan. de 2008. Disponível em: <>. Acesso em: 03 de Mar. de 2011.
- NAZARIO, Paulo. **A Importância de Sistemas de Informação para a Competitividade Logística**. Disponível em: <<http://www.faad.icsa.ufpa.br/admead/documentos/submetidos/A%20Importancia%20SI%20Logistica.pdf>>. Acesso em: 20 de Mar. de 2011.
- OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas de informações gerenciais: estratégicas táticas operacionais**. Editora Atlas, 10ª Edição. São Paulo, 2005.
- TURBAN Efraim, RAINER Kelly R. Jr.. **Administração de Tecnologia da Informação**. Editora Elsevier, 1ª Edição. Rio de Janeiro, 2005.
- VILAÇA, Rodrigo. **Desafios Tecnológicos na Ferrovia no Brasil**. ANTF – Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://biblioteca.aeamesp.org.br/smns/16smtf100915pl401.pdf>>. Acesso em: 01 de Mar. de 2011.
- XAVIER FILHO, Márcio. **A Importância do Modal Ferroviário no Brasil Utilizando Intermodalidade**. Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo, 2006.