

GESTÃO DE ACIDENTES DE TRABALHOS DA CIDADE UNIVERSITÁRIA “ZEFERINO VAZ” – UNICAMP, COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS E SOFTWARES LIVRES

Diogenes Cortijo Costa - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP,
dcortijo@fec.unicamp.br;

Jorge Luiz Alves Trabanco - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP,
trabanco@fec.unicamp.br;

Anderson Pereira da Silva - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP,
cafe.anderson@gmail.com

RESUMO

Administradores públicos e privados necessitam de informações que os auxiliem no gerenciamento e tomada de decisões quanto à prevenção de acidentes de trabalho, que se constituem em graves problemas que atingem de modo geral os trabalhadores. O uso de Sistemas de Informações Geográficas – SIG por meio de softwares livres associados às novas geotecnologias permite agilidade e eficácia na tomada de decisões para a resolução desses problemas. Neste sentido projeto apoiado pela Reitoria em parceria com a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), Setor de Vigilância do Campus e Laboratório de Topografia e Geodésia da Faculdade da Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo resultou no desenvolvimento de um SIG, tendo como etapas: a atualização da base cartográfica existente do Campus utilizando equipamentos GNSS (Global Navigation Satellite System), Estações Totais e métodos da Topografia Clássica; obtenção de plantas baixas; contratação de estagiários; e desenvolvimento de sistemas para georreferenciamento dos dos mapas digitais de riscos em ambiente de trabalho e acidentes de trânsito para gestão e visualização na Internet através de um SIG-WEB.

Palavras-chave: sistema de informação geográfica, segurança do trabalho, software livre.

ABSTRACT

Public and private administrators need information that aid them in the administration and take of decisions as for the prevention of work accidents, that they are constituted in serious problems that reach the workers in general. The use of Geographical Information Systems - GIS through softwares free associates to the new geotecnologias allows agility and effectiveness in the take of decisions for the resolution of those problems. In this sense leaning project for the Rectory in partnership with the Commission Interns of Prevention of Accidents (CIPA), Section of Surveillance of the Campus and Laboratory of Topography and Geodésia of University of the Civil Engineering, Architecture and Urbanization resulted in the development of a GIS, tends as stages: the updating of the existent cartographic base of the Campus using equipments GNSS (Global Navigation Satellite System), Total Stations and methods of the Classic Topography; obtaining of low plants; trainees recruiting; and development of systems for georreferenciamento of the one of the digital maps of risks in work and accidents of traffic to management and viewing the Internet by WEB-GIS.

Key-words: geographic information systems, safety of workers, free software.

INTRODUÇÃO

Os administradores públicos e privados necessitam de dados e tecnologias para gerir

as atividades que compõe a dinâmica sócio, cultural e econômica que envolve trabalhadores do setor público e privado.

Deste modo, a preocupação com a segurança dos trabalhadores dentro de empresas públicas ou privadas é um fator importante para manutenção da saúde, tornando-se imprescindíveis estudos que ilustrem os riscos encontrados em cada setor da empresa, os quais são conhecidos como Mapa de Riscos Ambientais (MRA).

O MRA foi instituído pela Portaria n. 5, de 17 de agosto de 1992 (Brasil, 1992), e tem como meta principal estabelecer um diagnóstico da situação de segurança e da presença de riscos nos ambientes de trabalho. Sua elaboração tem o objetivo de identificar quantitativa e qualitativamente os agentes agressivos que expõem a riscos ocupacionais os trabalhadores por meio de representações gráficas feitas nos diversos setores da empresa (Sherique, 2004).

A geotecnologia SIG - Sistema de Informações Geográficas é cada vez mais utilizada, devido à fácil visualização de fenômenos espaciais o que auxilia e facilita na tomada de decisões.

O SIG que associado a uma base cartográfica digital possibilita planejar e gerar soluções para diversas áreas, como: transportes, logística, segurança, saúde, educação, plano diretor, dentre outros. Contudo, é importante ressaltar que, para se obter esses resultados é necessário que a base cartográfica tenha sido georreferenciada utilizando-se levantamentos topográficos convencionais ou o sistema GNSS. É necessário, a criação de um banco de dados para o SIG, modelado de forma adequada, capaz de satisfazer as necessidades dos usuários. Com a expansão da rede mundial de computadores e com o surgimento de novas tecnologias, ocorreram mudanças importantes no desenvolvimento dos sistemas de computação e conseqüentemente nos SIGs. Esses sistemas modernos, rapidamente difundidos, levam os especialistas a novos desafios com relação à pesquisa dessa tecnologia. Um deles é a integração de diferentes tipos de informação não apenas em relação ao conteúdo, mas também

com relação a sua própria natureza, como é o caso da informação geográfica (Santos & Segantine, 2006).

Tem ocorrido intensa disseminação da geotecnologia SIG, e, o que se busca é uma melhor capacitação dos profissionais envolvidos, que têm a difícil tarefa de planejar, poupando tempo e garantindo análises confiáveis. Isso não significa que um SIG vá, por si só, assegurar que as análises sejam de melhor qualidade, mas pode permitir um acompanhamento gradual das fases de análises, através de recursos gráficos que facilitam a compreensão, ajudando a manter a correção dos processos (Silva, 1998).

É possível afirmar que um SIG não é somente a apresentação de mapas em formato digital, em que a um simples clique do mouse seja possível obter informações de um referido elemento. Um SIG deve oferecer possibilidades de geração de diversos documentos, permitindo a distribuição das informações armazenadas e processadas.

É importante destacar que a fase de levantamento de requisitos para elaboração de um SIG, e, conseqüentemente a modelagem do seu banco de dados com seus respectivos relacionamentos entre tabelas, é o que garantirá uma vasta e rica obtenção de informações e recursos flexíveis para geração de relatórios.

A estrutura de representação dos dados espaciais dos SIGs pode ser distinguida em dados vetoriais e em raster. Na representação vetorial um elemento é representado de tal forma que reproduza o mais fielmente sua forma real a partir de pontos, linhas e polígonos (Figura 01). Já a representação raster é constituída de pixels ou células, sendo que a cada um deles são associadas as suas respectivas informações alfanuméricas, sendo encontradas em fotografias aéreas, ortofotos, imagens de satélite, e outras imagens, de modo que possibilite o seu georreferenciamento (Huxhold, 1991; Câmara et al., 1996). A figura 02 (Adaptado de Segantini, 2001), apresenta sinteticamente o significado de um SIG, enquanto que a figura 01 (Adaptado de Câmara et

al.(1996)apresenta a estrutura vetorial utilizada

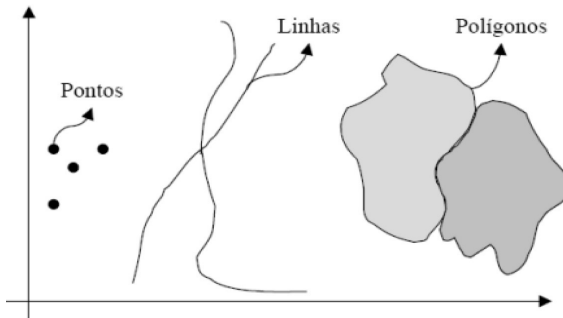


FIGURA 01. Estrutura vetorial da maioria dos SIG's.

Esse artigo abordará o projeto de um SIG com estrutura vetorial, discorrendo sobre metodologia baseada em software livre, que desenvolverá aplicativos para gerenciamento de acidentes de trabalho, com baixo custo de implantação, que possibilita de alterações no código-fonte dos sistemas desenvolvidos, não estando ligado a nenhuma empresa detentora de softwares proprietários.

Assim, objetivou-se o desenvolvimento de uma ferramenta de gestão de segurança do trabalho para o campus da Cidade Universitária Zeferino Vaz, da UNICAMP, que auxiliará na tomada de decisões quanto a questões de segurança, utilizando softwares livres direcionados a geotecnologia SIG, disponibilizando:

- gerenciamento dos locais com potenciais riscos de acidentes de trabalho;
- possibilidade de obter informações, relatórios e visualização das informações através de um SIG-WEB via Internet.
- utilização pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, dos dados e informações geradas pelo SIG, para ações de prevenção e controle de acidentes no campus da UNICAMP

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos foram divididos em 4 etapas, para coleta de dados referentes à segurança do trabalho e à padronização das

na maioria dos SIG's.



FIGURA 02. Representação esquemática de um SIG.

formas de inserção dos dados no banco de dados abaixo especificadas:

- **Escolha das tecnologias:** foram baseadas em softwares livres, com objetivo de diminuir os custos de implantação, devido a elevada quantidade de usuários acessarão o sistema. Outro fator importante na escolha é que a prática na utilização de softwares livres é uma realidade cada vez mais frequente no Brasil, recomendada e incentivada pelo governo federal. Dessa forma, os escolhidos foram: (i) SGBD PostgreSQL + PostGIS; (ii) SIG Quantum GIS; (iii) Servidor web Apache; (iv) Servidor de Mapas MapServer; (v) linguagem de programação PHP (Hypertext Processor) com o framework CakePHP para desenvolvimento do sistema de registro de acidentes de trânsito; (vi) biblioteca OpenLayers; (vii) framework Pmapper para desenvolvimento da página SIG-WEB; (viii) Sistema Operacional Linux Fedora.

- **Atualização da base Cartográfica da UNICAMP:** foi obtida junto a Coordenadoria de Infraestrutura (CINFRA) da prefeitura do campus e LABTOPO para ser utilizada como base para alimentar o banco de dados espacial com as informações de segurança do trabalho;

- **Mapeamento dos Riscos Ambientais:** foram definidos padrões: (i) levantamento das plantas baixas dos prédios de preferência em formato CAD (Computer-Aided Design); (ii) desenvolvimento de formulário padronizado

para coleta dos dados de riscos ambientais; (iii) aplicação de formulário junto a servidores (funcionários e professores) e alunos para levantamento dos riscos ambientais; (iv) tabulação dos dados; (v) criação de mapas temáticos e de riscos;

- Disponibilização de informações via Internet: desenvolvimento de um SIG-WEB para consulta livre via Internet dos locais com riscos ambientais.

a) Escolha das tecnologias

Os softwares utilizados todos livres e com código de fonte abertos são:

Quantum GIS

Este SIG atendeu às necessidades do trabalho, podendo ser utilizado para inserir os dados referentes ao mapeamento dos riscos ambientais através do georreferenciamento à base cartográfica da UNICAMP. A possibilidade de conexão com o sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL + PostGIS, foi motivo determinante na escolha, permitindo também a geração de mapas temáticos.

O Quantum GIS teve sua primeira versão disponibilizada ao público em junho de 2002, com o objetivo de ser viável sua instalação em qualquer computador pessoal, pois os softwares proprietários possuem grande custo com suas licenças (Sherman et al., 2007). Esse SIG está em constante atualização, em 2009 durante o desenvolvimento deste projeto o mesmo encontrava-se na versão 1.3.0.

Sistema Gerenciador de Banco de Dados PostgreSQL e módulo PostGIS

A definição do SGBD é uma das etapas fundamentais para o desempenho do SIG, pois nele ocorrerá o armazenamento de todos os dados que serão posteriormente consultados por um SIG convencional ou SIG-WEB. Dentre os produtos existentes no mercado como Oracle, Oracle Spatial, MySQL, PostgreSQL+PostGIS compatíveis com o MapServer, o escolhido foi o PostgreSQL+PostGIS por ser um SGBD em constante atualização e aprimoramento.

Possibilitar o armazenamento tanto de dados alfanuméricos quanto geográficos, e gerenciamento de grande quantidades de informações.

MapServer

No projeto optou pelo servidor de mapas MapServer por ser um software livre e permitir o desenvolvimento de soluções SIG para Internet; é um componente do SIG, pois depende de outros aplicativos para editar dados vetoriais ou imagens raster, e até mesmo para armazenar dados. Esta tecnologia foi desenvolvida inicialmente no projeto ForNet na Universidade de Minnesota (UMN) em conjunto com a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e o Departamento de Recursos Naturais de Minnesota (MNDNR) com código aberto (GLP); atualmente, o MapServer é mantido pelo projeto TerraSIP (Lime, 2006).

Uchoa e Ferreira (2004), destacam que o MapServer pode ser definido como “Servidor de Mapas”, sendo uma das principais aplicações de código aberto para a área de geotecnologias, segundo os autores, apesar de ser livre, supera os softwares proprietários no que se refere à flexibilidade e ao desenvolvimento de SIG para web por ser multiplataforma, ou seja, compatível com sistemas operacionais Linux, Windows, Unix, Solaris, Mac OS X etc., possibilitando flexibilidade de instalação em qualquer sistema operacional. Como resultado é possível obter a visualização dos dados do SIG, como também a criação de mapas temáticos. São gerados aplicativos de fácil utilização para os usuários finais, porém a elaboração das soluções depende de conhecimentos de linguagens de programação, e conhecimento mínimo de configuração e publicação de home pages para Internet.

Sistema Operacional e Servidor para Internet Apache

O sistema operacional escolhido para ser utilizado junto ao servidor deste projeto foi o Linux Fedora, configurado para

o trabalho apresentado por França et al (2007), denominado de Guia da UNICAMP. Amarante (2007) afirma que apesar de o sistema operacional Linux ser livre também possui custos, devido a sua configuração e administração, muitas vezes mais complexas, que por isso dependem de mais horas de trabalho de técnico qualificado. Porém, o custo total de operações dos sistemas com Linux são normalmente 40% inferior ao do Windows de acordo com estudo realizado pela consultoria Robert Frances Group (RFG), patrocinado pela International Business Machines Corporation – IBM (Computerworld, 2005).

Outro elemento importante quando se desenvolvem aplicações para Internet, como é o caso de soluções com o MapServer, é a escolha do servidor de páginas para internet. Neste trabalho optou-se pela utilização do Apache por sua flexibilidade junto a sistemas operacionais e pelo fato de ser um software livre. De acordo com Apache (2009), o projeto Apache Httpd é um desenvolvimento colaborativo de software com o objetivo de criar um servidor web robusto, de qualidade comercial, e com código-fonte disponível gratuitamente.

O servidor Apache é altamente configurável e extensível com módulos de terceiros, e pode ser personalizado através do desenvolvimento de módulos que utilizem a API (Application Programming Interface) do Apache. Ele ainda possui licença irrestrita para utilização e código-fonte disponibilizado (Apache, 2009).

b) Atualização da base Cartográfica da UNICAMP

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada base cartográfica do campus da UNICAMP na escala de 1:2000 a partir de restituição digital de ortofotos obtidas do vôo fotogramétrico realizado, em abril de 2002, no sistema de coordenadas UTM, fuso 23, SAD 69, nos formatos .dgn ou .dwg, compatíveis com os softwares Microstation e AutoCAD respectivamente. A restituição foi convertida

para o formato .shp (shape) e, após, no formato SQL no sistema de coordenadas SIRGAS 2000 para ser armazenada no SGBD PostgreSQL/PostGIS. A referida base foi cedida pelo LABTOPO da Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo, e pelo CINFRA (Coordenadoria de Infraestrutura) da Prefeitura do campus. Em contato com o CINFRA, foi possível obter algumas atualizações dessa base cartográfica ocorridas entre os anos de 2003 a 2006, contendo informações referentes a cada elemento inserido (quadras, edifícios, logradouros, entre outros). Para atualização de vias, edificações, estacionamentos, que não constavam até o ano de 2008, foram utilizados os seguintes equipamentos: 1) Estação Total Leica de modelo 305 TC 350; 2) GNSS L1/L2 da marca TOPCON de modelo Hiper Lite + L1/L2; RTK. A figura 03 ilustra a base cartográfica da UNICAMP, que se constituiu na base de dados gráficos do SIG.



FIGURA 03. Base Cartográfica Digital da UNICAMP

Levantamento das Plantas Baixas

No mapeamento de riscos de acidentes

de trabalho são necessárias as plantas baixas das edificações, contendo dados como, laboratórios, equipamentos, oficinas, etc, que permitem a identificação dos riscos. Para se obter o maior número de plantas baixas do campus, os departamentos pesquisados foram CINFRA e CPROJ (Coordenadoria de Projetos da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo), ambos responsáveis pelo detalhamento e conservação das plantas das edificações da universidade. Nesses órgãos, grande quantidade das plantas baixas encontradas estava em formato analógico e datadas da época das construções dos prédios, ou seja, antigas e desatualizadas, somente algumas plantas baixas das novas construções encontravam-se em formato digital dwg. Em reunião com o presidente da CIPA decidiu-se o contato com todas as diretorias das unidades do campus (faculdades, institutos e demais departamentos) para consultá-las acerca da existência de plantas baixas em formato digital. O resultado obtido foi satisfatório para o desenvolvimento de grande parte dos MRAs.

Padronização das Plantas Baixas e Conversão para Banco de Dados

Os arquivos digitais das plantas baixas existentes em formato dwg apresentavam diversos tipos de elementos (line, polyline, arc, spline, hatch, object 3d, etc.), havendo a necessidade de padronização em um único formato compatível para que fosse possível o armazenamento no banco de dados e lido pelo SIG. O ente gráfico escolhido foi a polyline, para definição dos polígonos correspondentes aos ambientes e posterior conversão em shp, após análise e filtragem das camadas (layers), visando a composição do banco de dados. Também foi verificada em campo a consistência das plantas baixas quanto algum tipo de alteração nas estruturas físicas, procedendo-se as devidas atualizações utilizando o software AutoCAD MAP do qual o LABTOPO possui licenças acadêmicas.

A etapa seguinte foi o georreferenciamento

das plantas baixas padronizadas junto à base cartográfica da UNICAMP, utilizando-se o software AutoCAD MAP que possui funcionalidades de conversão de dados (polígonos, linhas, pontos e textos) para o formato shp. A conversão da base cartográfica foi executada camada por camada (quadra, construção, logradouro, marco geodésico), distinguindo assim as feições e simbologias e obtendo-se um padrão de organização. Procedimento semelhante ao anterior foi utilizado para conversão das plantas baixas que foram separadas por camadas de pavimentos (térreo, primeiro pavimento, segundo pavimento e assim por diante). Uma nova conversão foi necessária dos dados em shp para o formato SQL, sendo esta realizada diretamente no ambiente do servidor Linux Fedora. Para isso foi utilizado o carregador “shp2pgsqli” do PostGIS. Esse carregador de dados converte arquivos shp para o formato SQL de maneira correta para inserção em um banco de dados de PostgreSQL+PostGIS.

c) Mapeamento dos Riscos Ambientais

Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA

A CIPA é composta de representantes dos empregados e do empregador (Fundacentro, 1983). Existente em muitos países desde 1921, só foi introduzida no Brasil em 1944, embora suas funções não fossem claramente definidas. A partir de 28 de fevereiro de 1967, pelo Decreto-Lei n.º 229, ficou instituída a obrigatoriedade da CIPA, passando, assim, a fazer parte das leis que regem o direito do trabalhador, na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), (Ponzetto, 2007).

Em 8 de junho de 1978, o Ministério do Trabalho expediu a Portaria n.º 3.214 composta de 28 (vinte e oito) NRs relativas a segurança e Medicina do Trabalho, buscando atender as necessidades de segurança do trabalhador. De 1997 a 2006 foram criadas mais 5 (cinco) novas NRs, constando atualmente 33 (trinta e três) que tratam sobre a segurança do trabalho de uma

forma geral, e ainda mais 5 (cinco) específicas da segurança do trabalhador rural (BRASIL, 2007a). Dentre as NRs que compõem a Portaria n.º 3.214, a NR 5 refere-se a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA).

A NR 5 apresentada pela redação da Portaria n.º 8 de 23 de fevereiro de 1999 tem a sua existência jurídica assegurada pela legislação ordinária através dos artigos 163 a 165 da CLT, sendo obrigação da CIPA, dotar todos os ambientes do Mapa de Riscos Ambientais – MRA, que é uma representação gráfica desenvolvida a partir de plantas baixas prediais (layout), em conjunto com os levantamentos dos riscos nos locais de trabalho capazes de acarretar prejuízos à saúde dos trabalhadores. Tais prejuízos têm origem nos diversos elementos do processo de trabalho (materiais, equipamentos, instalações, suprimentos), e nos ambientes de trabalho (arranjo físico, ritmo de trabalho, método de trabalho, turnos de trabalho, postura de trabalho, treinamento, etc.) (Mattos; Freitas, 1994).

Como a NR 5 não estabelece uma metodologia de elaboração do MRA, este projeto buscou desenvolver um padrão metodológico com a aplicação de formulário detalhado junto aos trabalhadores, professores e alunos, para obter a maior quantidade de informações dos ambientes de trabalho e subsidiar a elaboração do mapeamento dos riscos.

Para Sherique (2004), o MRA é uma representação gráfica dos riscos de acidentes nos locais de trabalho, inerentes ou não ao processo produtivo, de fácil visualização e afixado em locais acessíveis no ambiente de trabalho, para informação e orientação de todos que eventualmente transitam pelo local quanto às principais áreas de risco.

No MRA, círculos de cores e tamanhos diferentes (pequeno, médio e grande) ilustram nos locais os fatores que podem gerar situações de perigo pela presença de agentes biológicos, ergonômicos, físicos, químicos e mecânicos/acidentes. De acordo com a NR 5, Sherique (2004), Moraes (2005) e Ponzetto (2007), o MRA é elaborado pela CIPA, ouvidos os

trabalhadores envolvidos no processo produtivo e com a orientação do Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho – SESMT. O mapeamento deve ser atualizado anualmente e com essa prática, cada vez mais os trabalhadores aprendem a identificar e a registrar graficamente os focos de acidentes nas empresas, contribuindo para eliminá-los ou controlá-los (Moraes, 2005).

Após a elaboração o mapa deve ser afixado em local visível e de fácil acesso para que todos os funcionários possam tomar ciência dos riscos nos ambientes de trabalho da empresa (Moraes, 2005; Sherique, 2004).

A figura 04 apresenta de forma reduzida os grupos de riscos que os trabalhadores podem estar sujeitos em ambiente de trabalho.

VERDE	VERMELHO	MARROM	AMARELO	AZUL
Grupo I Agentes Físicos	Grupo II Agentes Químicos	Grupo III Agentes Biológicos	Grupo IV Agentes Ergonômicos	Grupo V Agentes Mecânicos / Acidentes

FIGURA 04. Grupos de riscos de acidentes de trabalho

A figura 05 apresenta a interface do Quantum GIS, e a visualização de um ambiente com os riscos mapeados.



FIGURA 05. Interface do Quantum GIS com Mapeamento de Risco Ambiental

A figura 06 apresenta a interface de consulta à determinado risco químico, em um ambiente de trabalho.



FIGURA 06. Consulta a Risco Químico de um ambiente de trabalho.

SIG-WEB do Mapa de Risco Ambiental

O desenvolvimento do SIG-WEB neste projeto foi exclusivamente para disponibilizar várias consultas através de uma página na Internet, facilitando o acesso dos usuários às informações relativas aos riscos nos ambientes de trabalho.

O SIG-WEB foi desenvolvido utilizando o framework p.mapper. Para disponibilizar as feições geométricas na web foi criado um arquivo de extensão .map que acessa o banco de dados do PostgreSQL/PostGIS contendo todas as camadas de interesse. Vale lembrar que nem todos os dados levantados através dos formulários e armazenados no banco de dados são exibidos no SIG-WEB devido a questões de privacidade junto aos servidores, bem como informações relevantes somente as CIPAs.

Na Figura 07 é apresentada a página inicial do SIG-WEB e a base cartográfica da UNICAMP. Ao lado direito é possível verificar os ícones para interação: 1) Zoom +; 2) Zoom-; 3) Pan; 4) Informações; dentre outros.



FIGURA 07. Página de entrada no SIG – WEB da UNICAMP

CONCLUSÕES

A cidade universitária Zeferino Vaz – UNICAMP possui grande fluxo de pessoas em suas unidades de ensino e administrativas que estão expostas a acidentes de trabalho. O objetivo de atender a CIPA e Setor de Vigilância no desenvolvimento de sistema de gestão MRA, respectivamente, utilizando geotecnologias e software livre foi alcançado.

A escolha de softwares livres, foi de grande importância, tanto na questão de custos de implantação, quanto nos benefícios da sua utilização e acesso, estando em conformidade com os Padrões de Interoperabilidade do Governo Eletrônico Brasileiro, colocando à universidade em evidência quanto a utilização de tecnologias de padrões abertos nos órgãos públicos. Os softwares livres utilizados neste trabalho estão sendo usados em todo o mundo pelo baixo custo de desenvolvimento e implantação.

O uso de geotecnologia SIG no mapeamento de riscos em ambientes de trabalho servirá de apoio à CIPA, órgão responsável pela prevenção de acidentes conforme determina o Ministério do Trabalho e Emprego, possibilitando atualização em tempo real dos riscos, identificação dos locais com maior periculosidade e contribuindo para o bem estar de todos que usufruem das instalações da UNICAMP.

Neste projeto ficou comprovado que a

gestão da segurança do trabalho requer conhecimentos multidisciplinares que envolvem desde assuntos específicos de segurança do trabalho, engenharia de trânsito, saúde, geodésia, tecnologia de informação, etc. Dessa forma o sucesso de um projeto desta amplitude deve levar em conta da participação e colaboração de profissionais das mais diversas áreas.

Este artigo não pretende esgotar todas possibilidades de aplicação de SIG com software livre na elaboração de MRA's. Espera-se que outros pesquisadores despertem o interesse na continuidade no desenvolvimento de novos aplicativos em MRA's.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARANTE, R.R. **Desenvolvimento de sistema AVL com regras para atualização de posição inteligente que melhora a representação dos trajetos**. Dissertação (Mestrado), Campinas/SP. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2007.

BRASIL Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº. 5, de 17 de agosto de 1992**. Brasília, DF. Disponível em <http://www.mte.gov.br>. Acesso em: 13 de março de 2007.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G.C.; MEDEIROS, C.M.B. **Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas**. Campinas. UNICAMP, 1996.

COMPUTERWORLD. **Linux custa 40% menos que Windows, diz estudo**. Artigo da Revista Computerworld. 2005. Disponível em: <http://www.opengeo.com.br/br/index.php?module=announce&ANN_user_op=view&ANN_id=31> Acesso em: 25 de agosto de 2007.

FRANÇOZO, M.T.; TRABANCO, J.L.A.; COSTA, D.C.; AMARANTE, R.R.; MELLO, H.H.; GLAESS, J.M.;

FALCI, C.E.G.; RODRIGUES, D.M.; STANCATO, R.P.M. **Guia da UNICAMP – Uma proposta de utilização de SIG-WEB**. Simpósio Brasileiro de Geomática 2., Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas 5., UNESP, Presidente Prudente, 2007.

FUNDACENTRO. **Manual de prevenção de acidentes para agentes de mestría**. 3 ed. São Paulo. FUNDACENTRO, 1983.

HUXHOLD, E. W. **An Introduction to Urban Geographic Information Systems**. Oxford Univ. Press N. Y., Oxford. 1991.

LIME, S. Welcome to MapServer, University of Minnesota, 2006. Disponível em: <<http://mapserver.gis.umn.edu>>. Acesso em: 17 de dezembro de 2007.

MATTOS, U. A.; FREITAS, N.B.B. **Mapa de Risco no Brasil: As limitações da Aplicabilidade de um modelo operário**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 10 (2): 251-258, Abril/Junho, 1994.

MORAES, G. A. **Normas Regulamentadoras Comentadas**. 5ª. edição. Volume 1 e 2. Rio de Janeiro, 2005, p. 1693.

PONZETTO, G. **Mapa de Riscos Ambientais**. 2a ed. Ed. LTR, São Paulo, 2007.

SHERIQUE, J. **Aprenda como fazer PPRA, PCMAT e MRA**. 2a ed. Ed. LTR, São Paulo, 2004.

SHERMAN, G. E.; SUTTON, T.; BLAZEK, R.; HOLL, S.; DASSAU, O.; MITCHELL, T.; MORELY, B.; LUTHMAN, L. **Quantum GIS User Guide**. v. 0.8 'TITAN', 2007. Disponível em: <http://qgis.org/releases/0.8/userguide_en.pdf>. Acesso em: 26 de abril de 2008.

SILVA, R.P. **Suporte ao desenvolvimento e uso**

de frameworks e componentes. Porto Alegre: PPGC da UGRGS, 2000.

UCHOA, H.N.; FERREIRA, P. R.
Geoprocessamento com software livre. Versão

1.0 de 26 de outubro de 2004. Disponível em: <http://www.igc.usp.br/pessoais/guano/downloads/geoprocessamento_software_livre_uchoa-roberto-v1.0.pdf>. Acesso em: 13 de março de 2008.