

Sistema para Mapeamento de Fontes Emissoras de Campos Eletromagnéticos Aplicado a Processos de Planejamento Industrial

Flávio Lucas da Rosa (FACCAT) flavio@faccat.br

Carlos Fernando Jung (UFRGS) carlosfernandojung@gmail.com

Flávia Pereira de Carvalho (FACCAT) fpereira@faccat.br

Fabiana Jung Noel (FACCAT) fabiana@faccat.br

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa e desenvolvimento experimental realizada por profissionais da Engenharia de Produção e Sistemas de Informação que teve por finalidade desenvolver um sistema de informações para mapeamento de fontes emissoras de campos eletromagnéticos aplicado a processos de planejamento industrial. Este sistema visa contribuir, em especial, para estudos de análise de localização de plantas industriais que necessitam estar instaladas em locais com reduzida intensidade irradiada de campos eletromagnéticos e Interferências Eletromagnéticas (EMI). Como resultados foi obtida uma aplicação que possibilita aos usuários inserir e atualizar via web os dados coletados em campo após as medidas realizadas. O sistema viabiliza uma análise prévia de determinada área, via internet, em relação ao tipo (frequência) e intensidades dos campos eletromagnéticos existentes e, também, permite visualizar a própria área física e suas características como vias para acesso e movimentação (transporte) em casos de implantações de novas empresas. Considera-se possível a contribuição deste sistema para redução de custos nas fases de estudo de viabilidade e análise de localização de futuras plantas industriais, já que os usuários podem acessar as informações de qualquer parte, evitando os deslocamentos para estudos desta natureza.

Palavras-chave: Planejamento Industrial; Análise de localização; EMI; CEM; Software.

1. Introdução

Para Donda Júnior (2002) uma importante preocupação para o setor empresarial, no atual contexto de globalização da produção, é o problema de “onde produzir”. Filho, Júnior e Pereira (1999) estabelecem que não há crescimento econômico sustentável sem a existência de infra-estrutura eficiente e eficaz. Corroborando, Benitez (1999) afirma que somente uma adequada infra-estrutura pode proporcionar meios tecnológicos para competitividade e rentabilidade dos sistemas produtivos. Dessa forma, a região que possuir uma melhor infra-estrutura terá um diferencial em relação a outras para atrair investimentos do setor privado. Biasoto e Afonso (2007) afirmam que o desafio econômico é ordenar as ações públicas e privadas no sentido de obter-se um patamar mais elevado de investimentos em infra-estruturas que sejam mais eficientes e sustentáveis.

A utilização de infra-estruturas industriais tecnologicamente mais avançadas deve-se, em parte, a necessidade das fábricas suprirem exigências dos próprios processos automatizados de produção. No entanto, Medeiros, Paulo e Souza (2008) dizem que isto fez com que muitas empresas recorressem a utilização desenfreada de dispositivos e circuitos eletrônicos em seus sistemas de produção.

No ambiente industrial, para obter-se um equilíbrio sustentável, é necessário o controle de diversas variáveis ambientais. Neste sentido, Barreto (2007) afirma que os ambientes industriais podem ser constantemente alterados com a instalação de novos equipamentos ou modificações das instalações neles existentes. Medeiros, Paulo e Souza (2008) ressaltam que uma das variáveis que pode influir nestes ambientes são as ondas eletromagnéticas conforme o tipo e intensidade, já que podem provocar distúrbios de diferentes formas em dispositivos eletrônicos.

Segundo Cabral e Mühlen (2002) a interferência eletromagnética (EMI) é a ocorrência de alterações funcionais em um determinado equipamento devido a sua exposição aos campos eletromagnéticos. Cassiolato (2005) afirma que a EMI causa resposta indesejável a qualquer equipamento e pode ser gerado por: (i) centelhamento nas escovas de motores, chaveamento de circuitos de potência; (ii) acionamentos de cargas indutivas e resistivas; (iii) acionamentos de relés, chaves, disjuntores, lâmpadas fluorescentes, aquecedores; (iv) ignições automotivas; (v) descargas atmosféricas; (vi) descargas eletrostáticas entre pessoas e equipamentos; e (vii) equipamentos de comunicação fixa e móvel.

Cassiolato (2005) afirma que a existência e interação de equipamentos de diversas tecnologias diferentes somada à inadequação das instalações industriais podem facilitar a emissão de energia eletromagnética em níveis indesejáveis, ocasionando problemas de compatibilidade eletromagnética. Medeiros, Paulo e Souza (2008) sugerem que para um sistema possuir compatibilidade eletromagnética (EMC) é necessário que ele funcione harmoniosamente, em um ambiente eletromagnético, com os outros equipamentos.

Na concepção de Barreto (2007) a melhoria do nível de proteção eletromagnética das instalações de sistemas eletrônicos garante uma redução significativa dos custos de produção associados a problemas de interferência, como principalmente dos custos com a paralisação ou o mau funcionamento de setores automatizados. Corroborando Medeiros, Paulo e Souza (2008) salientam que os danos provocados pelas EMI aos sistemas podem causar acidentes e ceifar a vida de muitas pessoas.

Segundo Schlichting (2003) alguns problemas de interferência podem ser resolvidos posteriormente a instalação das plantas industriais, no entanto, se estes problemas forem previstos e minimizados já no planejamento industrial pode-se ganhar tempo e reduzir possíveis investimentos adicionais. Corroborando, Cavalcanti (1995) diz que a informação é a condição essencial para o controle da EMI e EMC em questões relacionadas a tomada de decisão e planejamento industrial.

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa experimental realizada por profissionais da Engenharia de Produção e Sistemas de Informação que teve por finalidade desenvolver um sistema de informações para mapeamento de fontes emissoras de campos eletromagnéticos aplicado a processos de planejamento industrial. Este sistema visa contribuir, em especial, para estudos de análise de localização de plantas industriais que necessitam estar instaladas em locais com reduzida irradiação de campos eletromagnéticos e Interferência Eletromagnética (EMI). O artigo está organizado conforme segue: a seção 2 apresenta o referencial teórico, a seção 3 apresenta o estudo aplicado, a seção 4 apresenta os resultados, e a seção 5 traz as conclusões do estudo.

2. Referencial teórico

2.1 Análise de Localização: relações com a Interferência Eletromagnética (EMI)

Donda Júnior (2002) afirma que para uma localização planejada são necessárias referências consistentes sobre a infra-estrutura de logística, condições ambientais e tecnológicas existentes em áreas e distritos industriais previstos para a instalação da empresa. Este autor refere que é necessário, para evitar indefinições, que as características de cada área destinada ao planejamento da localização industrial sejam claras. Isto precisa ser observado para que, em função delas e em decorrência de sua influência na atividade produtiva, essas características possam ser identificadas de maneira coerente, para que viabilizem um adequado estudo atecipado para a localização.

Em uma análise de localização de uma planta industrial um dos fatores importantes a considerar é o problema que pode ser causado pela Interferência Eletromagnética (EMI), que em em geral podem degradar aos poucos equipamentos e componentes de um sistema de produção automatizado. Os mais diversos problemas podem ser gerados pela EMI, por exemplo, em sistemas eletrônicos como: (i) falhas na comunicação entre dispositivos de uma rede de equipamentos e/ou computadores, (ii) alarmes gerados sem explicação, (iii) atuação em relés que não seguem uma lógica e sem haver comando para isto e, (iv) danificação de componentes e circuitos eletrônicos (IEC, 2001).

Cabral e Mühlen (2005) afirmam que podem ocorrer alterações funcionais em um determinado equipamento devido à sua exposição a campos eletromagnéticos. Todos os equipamentos eletrônicos são, em algum nível, passíveis de sofrer interferências, assim como de gerar campos eletromagnéticos capazes de interferir no funcionamento de outros equipamentos. Corroborando, Krzesaj (2007) diz que estas alterações e interações formam um Ambiente Eletromagnético que é o resultado do funcionamento de equipamentos ou sistemas adicionados ao ruído ambiente no qual estes equipamentos funcionam.

A Lei Federal Nº 11.934, de 5 de maio de 2009 fixa que todo território nacional em seu artigo 4º a adoção dos limites recomendados pela Organização Mundial de Saúde - OMS para a exposição ocupacional e da população em geral a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos. No entanto, a Lei determina que enquanto não forem estabelecidas novas recomendações pela Organização Mundial de Saúde serão adotados os limites da Comissão Internacional de Proteção Contra Radiação Não Ionizante - ICNIRP, recomendados pela Organização Mundial de Saúde. Também é estabelecido na Lei que cabe ao órgão regulador federal de telecomunicações implementar, manter, operar e tornar público sistema de monitoramento de campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos de radiofrequências para acompanhamento, em tempo real, dos níveis de exposição no território nacional.

A NBR IEC 60601-1-2 (ABNT, 1997) define que a Compatibilidade Eletromagnética (EMC) é a habilidade de um equipamento e/ou sistema de funcionar satisfatoriamente em seu ambiente eletromagnético, sem introduzir perturbações eletromagnéticas intoleráveis para qualquer coisa existente neste ambiente. Junior (2006) afirma que esses efeitos intoleráveis quando provocados por uma perturbação eletromagnética denomina-se de Interferência Eletromagnética (EMI).

Schlichting (2003) estabelece que para existência de EMI existe a necessidade de: (i) um sistema gerador de interferência - fonte, (ii) um sistema suscetível no qual a interferência poderá incidir – receptor, (iii) um caminho (ou acoplamento) pelo qual a interferência se propaga. Paul (1992) cita os três procedimentos básicos para se reduzir o nível de interferência eletromagnética entre dois sistemas: (i) identificar a fonte de interferência e

reduzir ao máximo a emissão gerada; (ii) identificar e tornar o meio de acoplamento entre fonte e receptor o mais ineficiente possível, ou seja, dificultar ao máximo a propagação das emissões, sejam elas radiadas ou conduzidas; e (iii) tornar o receptor o menos susceptível possível às emissões da fonte.

A EMI pode se propagar de duas maneiras: através de emissões conduzidas, e emissões radiadas. As emissões conduzidas se propagam através dos terminais de alimentação e partes sólidas (máquinas, equipamentos, estruturas etc..) enquanto as emissões radiadas se propagam através do ar, via ondas eletromagnéticas (LIZ, 2003).

Para Junior (2006) os fatores de comprimento de onda e frequência das emissões estão relacionados entre si de maneira inversamente proporcional influenciando o radiador ou receptor de energia eletromagnética ideal (antena) que possui maior eficiência quando o seu comprimento físico é equivalente à ordem de grandeza do comprimento de onda do sinal a ser transmitido ou recebido (fenômeno da ressonância eletromagnético-geométrica). Por esta razão, antenas de múltiplos comprimentos de onda são facilmente encontradas em casos práticos. Esta característica de transmissão e recepção de energia possui influência direta na susceptibilidade dos equipamentos eletrônicos (HOFFMANN e GÓMES 2003).

Ribeiro e Pessoa (2007) classificam a radiação eletromagnética em: (i) Radiação Ionizante que transporta energia suficiente para alterar o estado físico de átomo, ocasionando-lhe a perda de elétrons e fazendo com que se torne carregado eletricamente (ionizado). Devido a elevada energia empregada, pode haver a ionização de moléculas e átomos rompendo suas ligações interas; e (ii) Radiação Não-Ionizante que não transporta energia suficiente para alterar o estado físico de um átomo não separando os elétrons da órbita externa dos átomos.

Para Dewes (2006) os parâmetros que determinam os efeitos biológicos ou tecnológicos da exposição a campos eletromagnéticos são: (i) intensidade, (ii) frequência, (iii) distância da fonte emissora, (iv) tempo de exposição, (v) estado de saúde do indivíduo que esta sendo irradiado, e (vi) suscetibilidade eletromagnética do equipamento. Wollinger (2003) afirma que esses parâmetros são importantes para a determinação de quanta energia será absorvida pelo corpo humano ou equipamento industrial e o conseqüente risco potencial à saúde e ou funcionamento do sistema tecnológico.

Para a determinação destes parâmetros, Liz (2003) afirma que deve-se, além de medir, também garantir a reprodutibilidade dos ensaios para que as medições possam ser comparadas com outras realizadas por terceiros, além de viabilizar uma verificação das condições dos ensaios para estejam em conformidade com as normas técnicas. Este autor refere que, nestes casos, há necessidade de ter um sistema de informações adequado para armazenar e disponibilizar os dados para futuros estudos comparativos.

3. Estudo aplicado

3.1 Cenário

Implantado em 1989 pela Secretaria da Ciência e Tecnologia do RS, o Programa de Pólos de Inovação Tecnológica atualmente constitui-se na maior rede integrada de pesquisa e desenvolvimento do estado, sendo composto por 24 Pólos de Inovação. Anualmente, através de parcerias entre os setores público e privado, tem gerado inúmeras novas tecnologias, produtos e processos, com a finalidade de aumentar a competitividade dos setores produtivos locais (JUNG e CATEN, 2007). O Programa de Pólos tem financiado diversas pesquisas que objetivam a difusão dos resultados às diversas comunidades regionais que compõem o estado do RS.

No ano de 2006, através de uma parceria entre o Pólo de Inovação Tecnológica do Vale do Paranhana, Cursos de Engenharia de Produção e Sistemas de Informação das Faculdades Integradas de Taquara e o Programa de Pólos de Inovação Tecnológica da Secretaria da Ciência e Tecnologia do RS foi iniciado um projeto com objetivo de desenvolver um método para mapeamento de fontes emissoras de campos eletromagnéticos aplicado a estudos de planejamento industrial. Para ser validado o Método foi proposto um sistema de informações apoiado por *software* livre que permite o registro dos dados e a posterior visualização via web das áreas e suas respectivas características em função das intensidades detectadas em um determinado espectro frequências.

Para realização da pesquisa e desenvolvimento experimental foi determinado como área piloto o município de Taquara, RS. O município de Taquara situa-se a 72 km de Porto Alegre (capital do Estado), na região denominada Vale do Paranhana, na Encosta Inferior do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Além de ser um dos municípios mais antigos de toda a região, Taquara possui característica de ser um pólo de serviços, sendo sede de várias empresas privadas industriais e órgãos governamentais voltados ao atendimento da população de abrangência regional. Além disso, historicamente a região onde localiza-se este município é caracterizada por ser um dos maiores produtoras de calçados do país (JUNG, RIBEIRO e CATEN, 2007).

3.2 Procedimentos metodológicos

A pesquisa e o desenvolvimento experimental do sistema foi baseada na proposta metodológica de Rozenfeld *et al* (2006) que prevê três macro fases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Na Figura 1 é apresentada a estrutura metodológica utilizada.

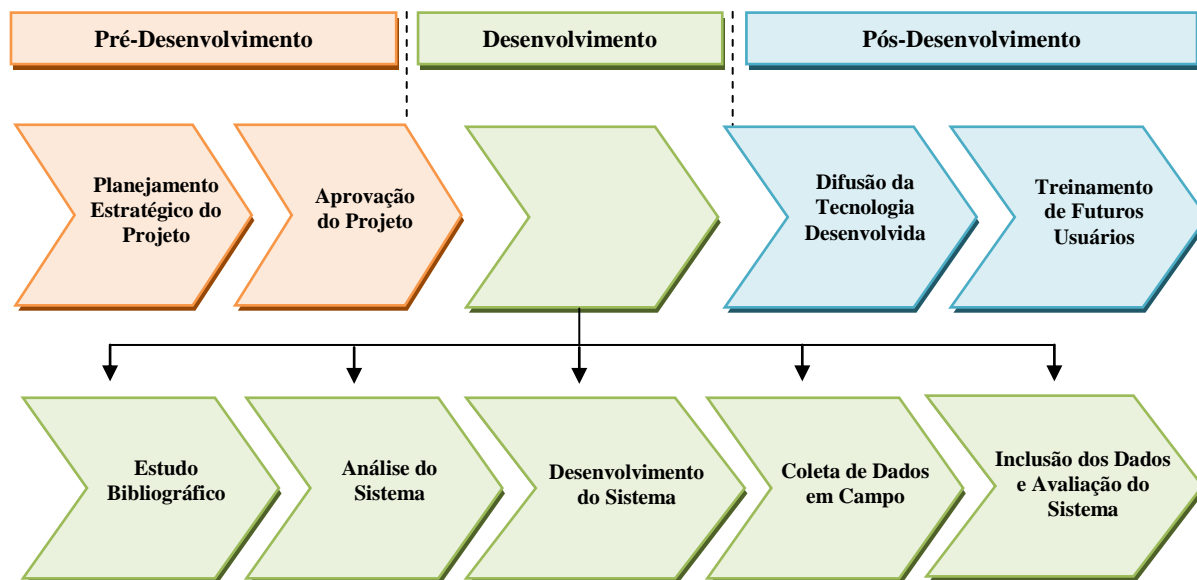


FIGURA 1 – Estrutura metodológica da pesquisa e desenvolvimento experimental

Na fase de Pré-Desenvolvimento foi planejado e elaborado o projeto a partir das demandas identificadas no contexto local produtivo do Vale do Paranhana sendo posteriormente submetido a um processo de Consulta Popular promovido pelo Programa de Pólos de Inovação Tecnológica do RS para validar a proposta. O procedimento detalhado sobre este Processo do Consulta Popular para aprovação de projetos pesquisa e

desenvolvimento é descrito por Jung e Caten (2009). Na sequência, o projeto foi aprovado e os recursos financeiros liberados pelo Governo do Estado para a execução.

Na fase de Desenvolvimento a equipe realizou inicialmente um estudo bibliográfico baseado em Paul (1992), ABNT (1997), IEC (2001), Donda Júnior (2002), Schlichting (2003), Liz (2003), Hoffmann e Gomes (2003), Cabral e Mühlen (2005), Junior (2006), Dewes (2006), Krzesaj (2007) e, Ribeiro e Pessoa (2007) sobre Interferência Eletromagnética (EMI), Compatibilidade Eletromagnética (CEM) e efeitos sobre os sistemas e processos industriais. Na sequência, foi realizada a análise e o desenvolvimento do sistema computacional baseado em Leme Filho (2003). Também na fase de desenvolvimento foi realizada a coleta de dados experimentais em campo que será descrita na seção seguinte. Por fim, foi realizada a inclusão dos dados no sistema e avaliado os resultados operacionais.

Na fase de Pós-Desenvolvimento, foi efetuada a difusão tecnológica dos resultados através de palestras abertas a comunidade em geral, em especial, à empresários do setor industrial e prefeituras municipais da região do Vale do Paranhana. Nesta fase, foi realizado também um treinamento com técnicos que poderão implantar e utilizar o sistema desenvolvido nos diversos municípios da região.

4. Resultados

4.1 Descrição do sistema desenvolvido

Como o sistema é experimental foi necessária uma simplificação dos fatores envolvidos no processo de medição (DEWES, 2006) que podem fornecer uma referência sobre o tipo de campo eletromagnético presente na área de estudo. Os dados que foram levados em conta foram: (i) coordenadas geográficas, (ii) intensidade do campo eletromagnético, expresso em dBm; e (iii) frequência, expressa em MHz.

Para o registro, armazenagem e gerenciamento dos dados no sistema foi utilizado um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) MySQL. Este *Software* Livre um banco de dados e surgiu a partir da necessidade de se utilizar um mecanismo que permitisse a conexão de tabelas geradas na linguagem SQL (*Structured QueryLanguage* - Linguagem de Consulta Estruturada) para um determinado fim. O MySQL é um banco de dados relacional classificado como *Software* Livre, gratuito, eficiente e otimizado para aplicações Web (ANSELMO, 2000). É desenvolvido e mantido pela empresa MYSQL. É um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) multiplataforma. Trata-se de um banco de dados de código aberto sendo atualmente um dos mais utilizados por desenvolvedores de *softwares* (ALECRIM, 2006).

Os dados cadastradas sobre cada ponto geográfico ficam armazenadas em tabelas de um banco de dados criado no SGBD MySQL instalado no mesmo servidor (computador central) do restante do *software*. Este banco de dados pode ser acessado através do *software* desenvolvido com a linguagem PHP. Como gerenciador total de conteúdo do portal web desenvolvido, foi utilizado o CMS (*Content Management System*) Moodle. Este sistema permite que a montagem e configurações principais da interface do portal sejam montadas de forma mais rápida e interativa do que um sistema que necessite ser desenvolvido totalmente em HTML. As telas desenvolvidas com PHP (*PHP: Hypertext Preprocessor*), HTML (*HyperText Markup Language*) e JavaScript foram integradas a base do sistema Moodle, aproveitando as funcionalidades iniciais oferecidas por este CMS.

Foi desenvolvida um interface administrativa para ser possível inserir os dados medidos em campo. Para este sistema de armazenagem de dados foi desenvolvido um banco

de dados para registrar as medidas de amplitudes e frequências, bem como, as coordenadas geográficas. Na Figura 2 verifica-se a tela do sistema administrativo do *software* desenvolvido para o registro dos dados coletados em campo.

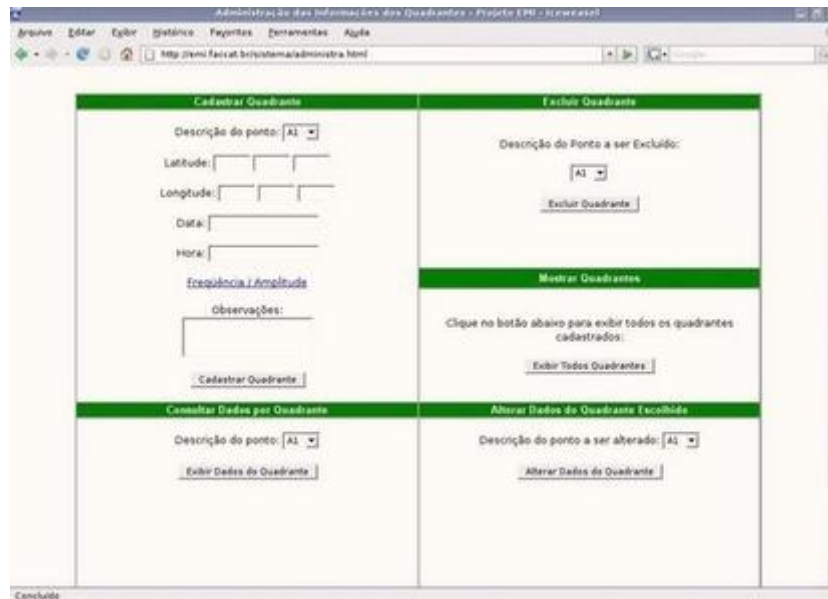


FIGURA 2 – Tela do sistema administrativo do *software* para registro e inclusão dos dados coletados

Na sequência, foi realizada a digitalização do mapa da cidade piloto (município de Taquara, RS) o qual foi marcado com 8 linhas e 8 colunas formando 64 quadrantes com área aproximadamente igual, possibilita que qualquer pessoa da comunidade ou empresa que esteja realizando um planejamento industrial selecione o quadrante de interesse e verifique não somente as amplitudes e frequências presentes no ponto, mas, visualize também a área física, veja a Figura 3. Isto foi possível devido a utilização do sistema de imagens por satélite fornecido e disponível na web pela Google (<http://www.google.com>).

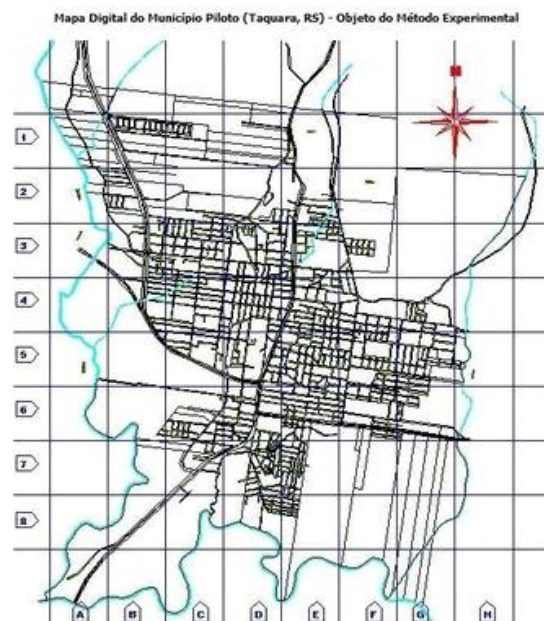


FIGURA 3 – Mapa digitalizado do município piloto dividido em quadrantes vinculados ao banco de dados

Para possibilitar a seleção dos quadrantes foi necessário em função do mapa digital desenvolvido extrair e recortar unitariamente (considerando cada coordenada geográfica do município) as imagens no sistema de visualização Google Heart. Este sistema apenas mostra de forma geral a área física, veja a Figura 4.



FIGURA 4 – Quadrante originário do Google Heart inserido na tela do sistema desenvolvido

Paralelamente ao desenvolvimento do sistema apoiado por *software*, foi projetado um dispositivo a ser utilizado para a coleta de dados em campo. Devido a diversos fatores como: (i) a interação de campos elétricos variáveis no tempo com os materiais que compõe os equipamentos, (ii) a polarização de cargas (formação de dipolos elétricos), e (iii) a reorientação dos dipolos elétricos de diversos comprimentos de onda já presentes nas estruturas dos equipamentos, foi determinada a utilização de uma antena receptora do tipo “dipolo de meia-onda” (ajustável com polarização vertical) como padrão para as medidas em campo.

Desta forma, como seriam necessários diversos dipolos de meia-onda, ou seja, para cada frequência que fosse medida experimentalmente deveria ser utilizado um dipolo de meia-onda correspondente ao comprimento de onda foi construído um sistema (antena) que permitisse um ajuste conforme a frequência, ou seja, proporcionasse o comprimento físico de meia-onda para cada frequência a ser mensurada.

O sistema proposto foi baseado a partir do conceito de uma antena ajustável “telescópica” (HAMSHER, 1980). Delimitou-se o espectro de frequências estudado em uma faixa de 10 MHz a 1 GHz sendo necessário para isso um sistema que possibilitasse o ajuste mecânico do comprimento do dipolo desde um mínimo de 0,75 cm (cada lado) até um máximo de 75 cm (cada lado).

O sistema desenvolvido possui um dispositivo (conector tipo BNC) que permite a retirada do sinal da antena dipolo através da conexão de um cabo coaxial, com 75 Ohms de impedância, que é conectado a um *balun* - transformador / balanceador de impedância (CONNOR, 1978), e posterior ao equipamento de medida - analisador de espectro. Este arranjo permitiu uma montagem rápida e simples do sistema durante o experimento.

Na Figura 5 pode ser verificado o sistema de medida montado em campo durante a coleta de dados. Neste sistema foi utilizado um Analisador de Espectro, Marca: HAMEG, Modelo: HM5014-2 que possui uma faixa de cobertura de frequências de 150 KHz a 1 GHz.



FIGURA 5 – Utilização do sistema de medida para coleta de dados em campo

Após a coleta de dados (intensidades dos campos eletromagnéticos em função das frequências) nas respectivas coordenadas geográficas dos 64 quadrantes do município piloto foi realizada a inclusão no sistema de informações desenvolvido. Na Figura 6 pode ser vista a tela com os respectivos dados de um dos quadrantes (D6) que integram o sistema.

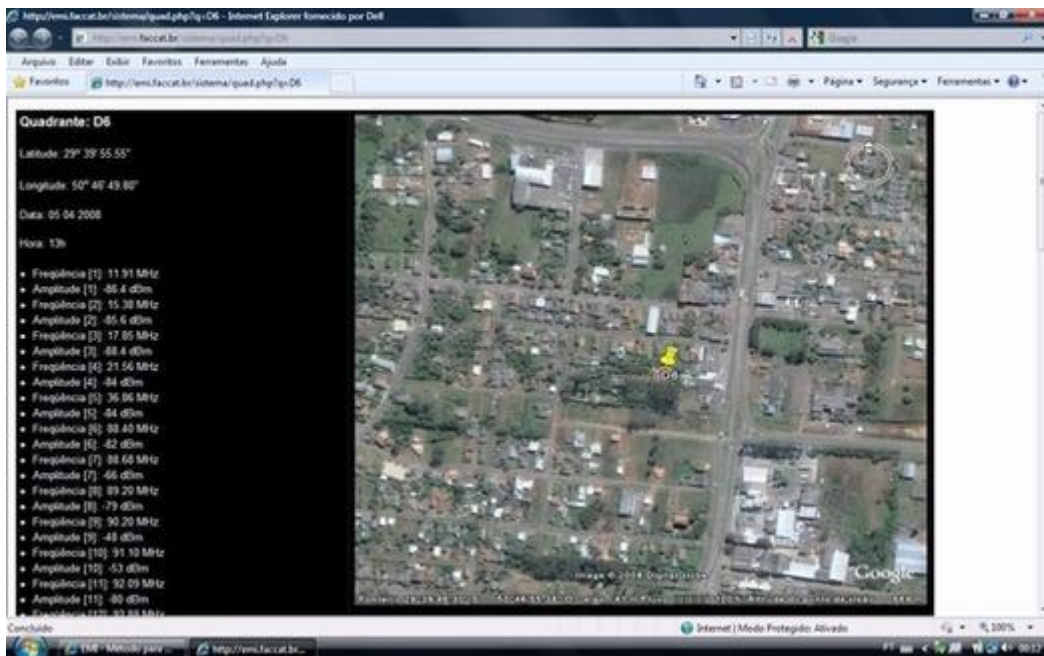


FIGURA 6 – Tela do sistema de informações com os dados coletados à direita e o quadrante (D6) a esquerda

O sistema desenvolvido possibilita que técnicos e engenheiros possam atualizar os dados *on-line*, via internet, em campo após as medidas realizadas.

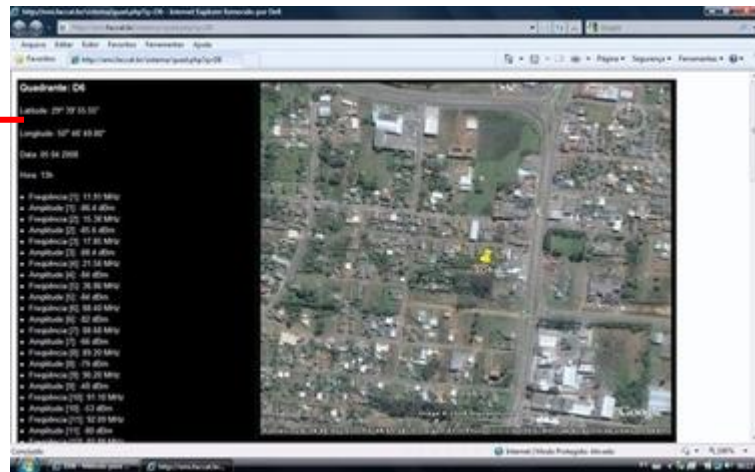
Os usuários do sistema podem acessar as fases de estudo de viabilidade e análise de localização de futuras plantas industriais as informações de qualquer parte, reduzindo custos de deslocamento para estudos desta natureza.

Por exemplo, no caso de uma indústria desejar se instalar em determinada área, previamente poderá ser analisada via internet o tipo (frequência) e intensidades dos campos eletromagnéticos existentes em determinado momento e, também, visualizar a própria área física e suas características como vias para acesso e movimentação (transporte) etc..

Na Figura 7 é apresentado um modelo diagramático com as fases de acesso e visualização das informações que o sistema oportuniza ao usuário.



Tela inicial do sistema



Tela do quadrante após a seleção do usuário

Quadrante: D6

Latitude: 29° 39' 55.55"

Longitude: 50° 46' 49.80"

Data: 05 04 2008

Hora: 13h

- Frequência [1]: 11.91 MHz
- Amplitude [1]: -86.4 dBm
- Frequência [2]: 15.38 MHz
- Amplitude [2]: -85.6 dBm
- Frequência [3]: 17.85 MHz
- Amplitude [3]: -88.4 dBm

Informações constantes na parte lateral esquerda da tela disponíveis ao usuário

FIGURA 7 – Forma de acesso para visualização das informações constantes no sistema

5. Conclusões

Este artigo apresentou os resultados de uma pesquisa experimental que teve por finalidade desenvolver um sistema de informações para mapeamento de fontes emissoras de campos eletromagnéticos aplicado a processos de planejamento industrial. Este sistema visa contribuir, em especial, para estudos de análise de localização de plantas industriais que necessitam estar instaladas em locais com reduzida intensidade irradiada de campos eletromagnéticos e baixos níveis de Interferência Eletromagnética (EMI).

A aplicação possibilita que técnicos e engenheiros possam inserir e atualizar *on-line*, via internet, os dados coletados em campo após as medidas realizadas

O sistema de informações desenvolvido viabiliza uma análise prévia de determinada área, via internet, em relação ao tipo (frequência) e intensidades dos campos eletromagnéticos existentes e, também, permite visualizar a própria área física e suas características como vias para acesso e movimentação (transporte) em casos de implantações de novas empresas.

Considera-se possível a contribuição deste sistema para redução de custos nas fases de estudo de viabilidade e análise de localização de futuras plantas industriais, já que os usuários podem acessar as informações de qualquer parte, evitando os deslocamentos para estudos desta natureza.

Referências

ABNT. .NBR IEC 6060: Equipamento Eletromédico – Norma Colateral: Compatibilidade Eletromagnética – Prescrições e Ensaios, Rio de Janeiro, 1997.

ALECRIM, E. Banco de dados MySQL e PostgreSQL. Disponível em: <<http://www.infowester.com/postgremysql.php>>. Acesso em: 5 mar 2009.

ANSELMO, F. *PHP e MySQL para Windows*. Florianópolis: Visual Books, 2000.

BRASIL .Lei nº 11934, de 5 de maio de 2009. Dispõe sobre limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos; altera a Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965; e dá outras providências, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11934.htm> Acesso em: 20 de maio de 2009.

BARRETO, R. M. Controle de interferência na instalação e na operação de sistemas de automação. *Anais. IV Congresso Rio Automação*, 2007.

BENITEZ, R. M. A infra-estrutura, sua relação com a produtividade total dos fatores e seu reflexo sobre o produto regional. *Revista Planejamento e Políticas Públicas IPEA* - Instituto de Pesquisa de Econômica Aplicada; N. 19, p. 275-306, jun de 1999.

BIASOTO JR, G. e AFONSO, J. R. R. Investimento Público No Brasil. *Revista Novos Estudos*. CEBRAP-Centro Brasileiro de Análise e Planejamento, nº 77, p. 7-26, março 2007.

CABRAL, S. C. B.; MÜHLEN, S. S. Interferência eletromagnética em equipamentos eletromédicos ocasionada por telefonia celular. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*. v. 18, n. 3, p. 141-149, set/dez de 2002.

CABRAL, S. C. B.; MÜHLEN, S. S. Interferência no ambiente hospitalar. *Multiciências: tecnologias para saúde*. N. 5, out de 2005.

CASSIOLATO, C. EMI – Interferência Eletromagnética; revista eletrônica profinews nº11; disponível em : <<http://www.profibus.org.br/news/dezembro2005/news.php?dentro=3>>. Acesso em: 20 de jun 2009, dezembro 2005.

CAVALCANTI, E. P.; A informação na administração estratégica. *Revista estudos avançados em administração* do programa de pós-graduação em administração da UFPB, v.4, n.2, p. 539-545, 1996.

CONNOR, F. R. *Sinais: tópicos de introdução a electrónica e às telecomunicações*. São Paulo: Interciência, 1978

- DEWES, V. M.; Estudo experimental dos efeitos dos campos eletromagnéticos de baixa frequência nos biosubstratos. *Dissertação* (Mestrado Mestre em Ciências Ambientais) Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, 2006.
- DONDA JÚNIOR, A. Fatores influentes no processo de escolha da localização agroindustrial no Paraná: estudo de caso de uma agroindústria de aves. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2002.
- FILHO, B. P.; JÚNIOR, J. O. C. e PEREIRA, F. Investimento e Financiamento da Infra-Estrutura no Brasil: 1990/2002. *Revista IPEA* - Instituto de Pesquisa de Econômica Aplicada. Brasília, outubro de 1999
- HAMSHER, D. H. *Sistemas de Telecomunicações*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1980.
- HOFFMANN, L. T. e GÓMEZ, A. T. Utilização da Pesquisa Tabu na geração de um Sistema de Informação Geográfica aplicado ao problema de localização. *Anais*. XII Seminário de Computação, Blumenau, 2003.
- IEC - *EMC The Role and Contribution of IEC standards*. IEC, 2001.
- JUNG, C. F. ; RIBEIRO, J. L. D. e CATEN, C. S. T. . Uma parceria estratégica para a inserção de P&D no ensino de engenharia. *Parcerias Estratégicas*. v. 25, p. 237-261, 2007.
- JUNG, C. F. e CATEN, C. S. T.. A Geração de inovações tecnológicas a partir da parceria entre o setor público e o privado: o Programa de Pólos Tecnológicos do RS. *Revista Liberato*. v. 9, p. 51-59, 2007.
- JUNG, C. F. ; CATEN, C. S. T. . Community Integration in a State Program of Innovation. In: *POMS 20th Annual Conference of Production and Operations Management Society*. Orlando - Florida, 2009.
- JUNIOR, W. V.; Avaliação do Ambiente Eletromagnético em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. *Dissertação* (Mestrado em engenharia elétrica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
- KRZESAJ, T. Introdução a compatibilidade eletromagnética. Disponível em:
<http://www.wirelessbrasil.org/thomas_krzesaj/emcrf.html> Acesso em: 02 mai 2009.
- LEME FILHO, T. *Metodologia de desenvolvimento de sistemas*. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2003.
- LIZ, M. B.; Contribuição Para a Redução da Interferência Eletromagnética em Fontes Chaveadas. *Tese* (Doutorado em engenharia elétrica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- MEDEIROS, F. A.; PAULO, T. S. e SOUZA, J. H.; Compatibilidade e interferências eletromagnéticas em aplicações embarcadas. *Anais*. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa – PB, 2007.
- PAUL, C. R. *Introduction to Electromagnetic Compatibility*. New York: Wiley- Interscience, John Wiley & Sons, Inc., 1992.
- RIBEIRO, E. L. e PESSOA, M. B. Os Efeitos da Radiação Eletromagnética na Vida Do Ser Humano: Uma Análise do Paradigma Ambiental. *Revista Tecnologia e Sociedade*. Periódico técnico-científico do PPGTE-Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da UTFPR, p. 15-31, Curitiba 2007.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H. e SCALICE, R. K. *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SCHLICHTING, L. C. M. Contribuição ao estudo da compatibilidade eletromagnética aplicada aos conversores estáticos. *Tese* (doutorado em engenharia elétrica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- WOLLINGER, P. R. Estudo dos Níveis de Radiação Eletromagnética em Ambiente Urbano. *Dissertação* (Mestrado em engenharia elétrica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.