

GUILHERME LUIS LOPES DE ARAUJO PONTES
SÉRGIO DE SOUSA REIS

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: UMA
PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO COMO FERRAMENTA
DE APOIO À GESTÃO DE SEGURANÇA DO
TRABALHO PARA O ATENDIMENTO A
EMERGÊNCIAS EM ÁREAS REMOTAS**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho.

São Paulo
2007

EPMI
ESP/EST-2007
P777s

GUILHERME LUIS LOPES DE ARAUJO PONTES
SÉRGIO DE SOUSA REIS

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: UMA
PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO COMO FERRAMENTA
DE APOIO À GESTÃO DE SEGURANÇA DO
TRABALHO PARA O ATENDIMENTO A
EMERGÊNCIAS EM ÁREAS REMOTAS**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho.

São Paulo
2007

DEDICATÓRIA

Esta monografia eu dedico às quatro pessoas que me deram tanto, em troca de tão pouco, e que ainda por cima tiveram que me dividir com o trabalho: Marlene, Keila, Gabriel e José Luis.
Guilherme

Aos meus pais, José e Zenith, pelo apoio incondicional e o exemplo de vida.
Aos meus irmãos, Sidnei, Samuel e Silas, pelo estímulo.
À minha querida namorada Lillian, pela compreensão e companheirismo.
Sérgio

AGRADECIMENTOS

À Mineração Rio do Norte, que ao acreditar no desenvolvimento das pessoas como meio para se alcançar a melhoria no desempenho da Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho, viabilizou a realização desse curso.

Aos diretores da Mavefer Engenharia pelo incentivo.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

Toda carreira de sucesso
começa com uma palavra
chamada oportunidade.
(Ayrton Senna da Silva)

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) como instrumento de apoio no processo de tomada de decisão para o atendimento a situações de emergência em áreas remotas de mineração na floresta amazônica através do mapeamento, localização e definição das melhores rotas de acesso para o resgate de trabalhadores em casos de emergência nos quais rapidez e precisão na obtenção de informações são fundamentais para se preservar a vida, o patrimônio e o meio ambiente. Apresenta as facilidades de atendimento, coleta e alimentação dos dados para a geração de mapas com a rota mais adequada para o resgate. Neste estudo foram realizadas duas simulações com dados reais das equipes que atuam em locais remotos e os resultados obtidos atenderam às expectativas de rapidez, precisão e simplicidade na alimentação e geração dos mapas. A implementação desta ferramenta nas áreas onde se identificaram as oportunidades de melhoria tornará o desenvolvimento das atividades mais seguro.

ABSTRACT

This work presents a proposal of the use of Geographical Information System (GIS), as supporting tool on the decision outlet process for the assistance to emergency situations in remote mining sites in the Amazon forest through mapping, locating and decision taking about the best routes to rescue the employees in emergency situations, when efficacy and precision on obtaining informations are fundamental to preserve life, the patrimony and the environment. Also presents the service, collecting and map generation with the most suitable rout for rescuing. In this study there were accomplished two simulations using actual data from the groups working at these remote sites and results achieved the expectations of agility, accuracy and simplicity on map feeding and generation. The implementation of this tool at remote areas such these where improvement opportunities were observed will turn mining activities development safer than before this study.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE TABELAS

1 INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Objetivo.....	03
1.2 Justificativa.....	03
1.3 Metodologia.....	04
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	05
2.1 Considerações sobre a evolução da gestão de Segurança e Saúde do Trabalho.....	05
2.1.1 Evolução histórica das relações de trabalho e da gestão de SST.....	05
2.1.2 <i>Sistema de gestão de SST – OHSAS 18001</i>	10
2.1.2.1 Preparação e atendimento a emergências.....	12
2.2 Processo de tomada de decisão.....	13
2.2.1 <i>A importância da informação</i>	13
2.2.2 Os processos de tomada de decisão.....	15
2.2.3 Sistemas de apoio à tomada de decisão.....	18
2.3 <i>Sistema de informação geográfica (SIG)</i>	19
2.3.1 Características de um SIG.....	20
2.3.2 Conceitos de espaço e relações espaciais.....	21
2.3.3 <i>Estrutura geral de um SIG</i>	23
2.3.4 Tipos de dados em geoprocessamento.....	24
2.3.4.1 Mapas temáticos.....	25
2.3.4.2 <i>Mapas cadastrais (mapas de objetos)</i>	26
2.3.4.3 Redes.....	27
2.3.4.4 Imagens.....	29
2.3.4.5 <i>Modelos numéricos de terreno</i>	30
2.3.5 Classes de projetos em geoprocessamento.....	31

3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA: ESTUDO DE CASO MAVEFER

ENGENHARIA.....	33
3.1. Grupos de risco.....	37
3.1.1 TMF – Assessoria de Operações Florestais.....	40
3.1.2 PDC – Planejamento, Desenvolvimento e Controle – Serviços de topografia.....	41
3.1.3 PDG – Planejamento, Desenvolvimento e Geologia.....	42
 4 DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA DE APOIO.....	 43
4.1 Consulta a banco de dados.....	44
4.2 Consultas sobre os objetos editados.....	45
 5 RESULTADOS.....	 49
5.1 Simulação 01 – Acidente ocorrido na equipe do TMF.....	50
5.2 Simulação 02 – Acidente ocorrido na equipe do PDC.....	53
 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 57
 7 CONCLUSÃO.....	 58
 LISTA DE REFERÊNCIAS.....	 60
 GLOSSÁRIO.....	 62
 ANEXOS.....	 63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Mapa de localização de Porto Trombetas.....	01
Figura 2	- Vista aérea da área do porto (área industrial e vila residencial)...	02
Figura 3	- Trecho OHSAS 18001 referente à preparação e atendimento a emergências.....	04
Figura 4	- Exemplo de um processo de tomada de decisão.....	16
Figura 5	- Modelo Carnegie de tomada de decisão.....	18
Figura 6	- Multiplicidade nas áreas de atuação e apoio.....	21
Figura 7	- Mapa de Londres no ano de 1854 com casos de cólera e poços de água.....	22
Figura 8	- Fluxograma de consulta e entrada de dados em Sistemas de Informação Geográfica.....	24
Figura 9	- Mapa de isoteores de Alumínio do platô Bacaba.....	26
Figura 10	- Mapa cadastral.....	27
Figura 11	Mapa de redes.....	29
Figura 12	- Imagem Landsat 5 das minas em operação da Mineração Rio do Norte.....	29
Figura 13	- Grade regular (quadrada) e triangular	31
Figura 14	- Local da ocorrência da erosão.....	33
Figura 15	- Croqui da erosão com a indicação do local do acidente.....	34
Figura 16	- Construção da escada de acesso.....	34
Figura 17	- Árvore de causas.....	36

Figura 18	- Mapa de localização geral das equipes.....	38
Figura 19	- Número de acidentes ocorridos com os funcionários da Mavefer Engenharia nas equipes do PDC, PDG e TMF por ano.	39
Figura 20	- Distribuição dos acidentes da Mavefer Engenharia por departamento.....	39
Figura 21	- Evolução da taxa de frequência dos acidentes da Mavefer Engenharia nas equipes do PDC, PDG e TMF.....	40
Figura 22	- Lançamento de tubulação para drenagem dos platôs.....	41
Figura 23	- Serviços de topografia.....	41
Figura 24	- Execução de furos de sondagem.....	42
Figura 25	- Tela inicial do Programa SPRING 4.3.2.....	43
Figura 26	- Exemplo de consulta espacial para os pontos do platô Papagaio.	44
Figura 27	- Mapa de localização das tubulações.....	45
Figura 28	- Fluxograma de pesquisa e consulta de dados e atributos.....	46
Figura 29	- Mapa de localização do acidente na tubulação JA1 do Platô Saracá.....	51
Figura 30	- Mapa de melhor caminho para acesso à tubulação JA1 no Platô Saracá.....	52
Figura 31	- Consulta à planilha de perigos e riscos relativa às atividades desenvolvidas na tubulação JA1 do Platô Saracá.....	53
Figura 32	- Mapa de localização do acidente próximo ao furo 864 no Platô Monte Branco.....	54
Figura 33	- Mapa de melhor caminho para acesso ao furo 864 do Platô Monte Branco.....	55
Figura 34	- Consulta a planilha de perigos e riscos relativa às atividades desenvolvidas no furo 864 do Platô Monte Branco.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BSI	British Standards Institution
CAD	Computer Aided Drafting / projeto auxiliado por computador
DPI	Divisão de Processamento de Imagens
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ISO	International Standardization Organization
MNT	Modelo numérico de terreno
MRN	Mineração Rio do Norte
OHSAS (18001)	Occupational Health Safety Assessment Series Série de Especificações para Avaliação da Saúde e da Segurança
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PI	Plano de Informação
PRAD	Plano de Recuperação de Área Degradada
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SIG	Sistema de informação Geográfica
SST	Segurança e Saúde do Trabalho
TMF	Assessoria de Operações Florestais
PDC	Planejamento, Desenvolvimento e Controle – Serviços de Topografia
PDG	Planejamento, Desenvolvimento e Geologia

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	- Classificação do Potencial de Gravidade de um acidente.....	35
------------------	--	-----------

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho resulta do processo de investigação do acidente com um funcionário, classificado como Acidente com Afastamento, ocorrido na empresa Mavefer Engenharia em 02 de novembro de 2005.

A Mavefer Engenharia presta serviços nas áreas de Construção Civil, Manutenção e Construção Ferroviária, Locação de Mão-de-Obra, Locação de Máquinas e Equipamentos e Limpeza Industrial para a Mineração Rio do Norte S/A (MRN), em Porto Trombetas, situada na margem direita do Rio Trombetas, no município de Oriximiná, oeste do Estado do Pará. O acesso se dá através de via fluvial ou aérea, localizando-se a 450 km de Manaus e 850 km de Belém.

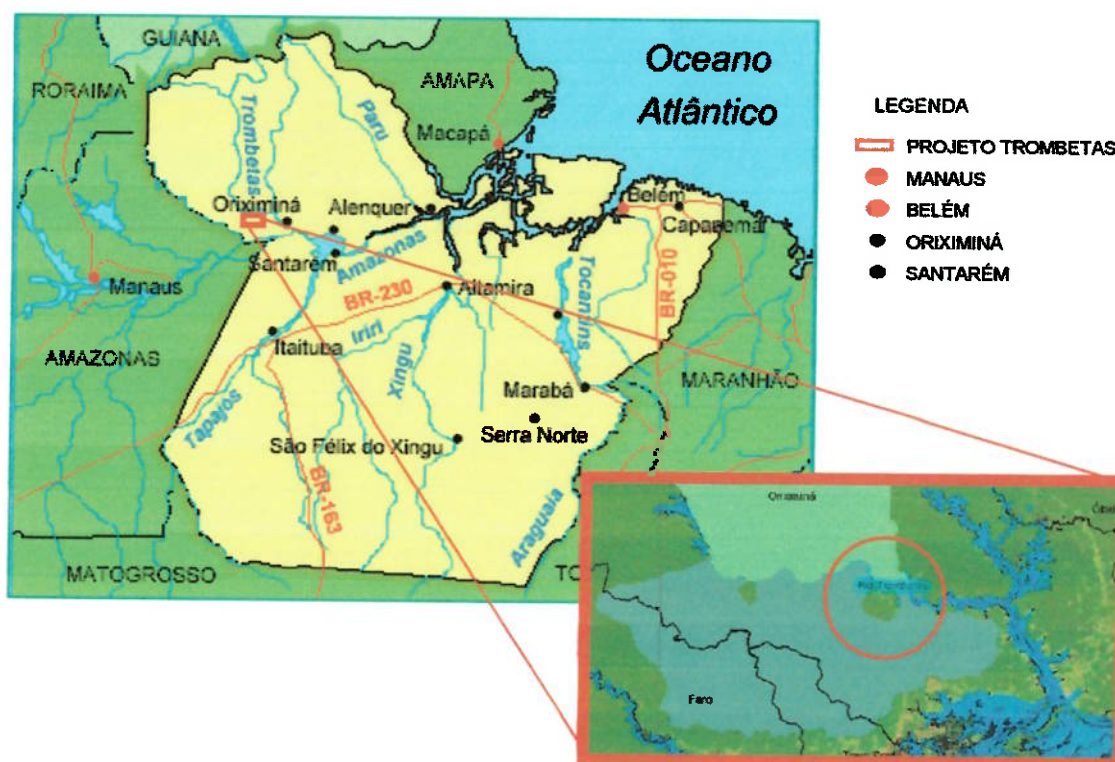


Figura 1 - Mapa de localização de Porto Trombetas. Fonte: Banco de imagens da MRN

Para dar suporte às suas operações nesta região remota, em plena floresta amazônica, a MRN mantém uma vila residencial que abriga, aproximadamente, 6000 pessoas e

que possui infraestrutura completa, com hospital, supermercado, escola e áreas de lazer.



Figura 2 - Vista aérea da área do porto (área industrial e vila residencial) Fonte: Banco de imagens da MRN

Durante o processo de análise do referido acidente a comissão da qual fazia parte um dos autores deste trabalho, como representante da empresa Mavefer Engenharia, verificou após a construção da árvore de causas em que foram definidas as causas básicas e as contributivas para o acontecimento do acidente que um dos aspectos relacionados com a gestão havia apresentado falhas no que diz respeito aos procedimentos de preparação e atendimento a emergências.

A falha revelada nesse acidente consistia no fato de que a equipe de resgate responsável pela remoção do acidentado demorou muito para chegar ao local do acidente, demora essa de aproximadamente 30 minutos, quando o normal é por volta de 10 minutos, justamente por não conhecer a rota cujo percurso era o mais curto. O tempo para a chegada do resgate e conseqüente atendimento da vítima pode

representar a diferença entre a vida e a morte do trabalhador em uma situação de emergência.

1.1 Objetivo

Diante desta realidade, em que vidas humanas podem ser perdidas ou pequenos acidentes resultarem em maiores complicações por conta da dificuldade de acesso da equipe de resgate ao local do acidente, os autores deste trabalho decidiram desenvolver um Sistema de Informação Geográfica, também conhecido como SIG, como uma proposta de instrumento de apoio a ser utilizado pela equipe de resgate no processo de tomada de decisão para o atendimento a situações de emergências em áreas remotas.

1.2 Justificativa

A dificuldade apresentada pela equipe de resgate em acessar o local do acidente na situação supracitada – e em outros casos - pode simplesmente se tornar muito mais acentuada, ou até mesmo impossibilitar a chegada ao local do acidente em tempo hábil para prestar os primeiros socorros de forma eficaz. Isso acontece porque as áreas de lavra de bauxita apresentam uma característica muito peculiar na sua extração: se estendem por extensas áreas que sofrem constantemente alterações na sua geografia. Na fase de pesquisa geológica dos futuros platôs que serão explorados são construídos ramais de acesso no meio da mata, e esses, para aqueles que não transitam por eles diariamente (caso das equipes de resgate) se tornam complexos labirintos.

Com o desenvolvimento deste trabalho os autores também esperam contribuir para a melhoria da Gestão de Segurança, no que diz respeito ao item 4.4.7 da norma Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS 18001) – Preparação e atendimento a emergências, cujo texto destaca-se a seguir:

4.4.7. Preparação e atendimento a emergências

A organização deve estabelecer e manter planos e procedimentos para identificar o potencial e atender a incidentes e situações de emergência, bem como para prevenir e mitigar as doenças e lesões que possam estar associados a eles.

A organização deve analisar criticamente seus planos e procedimentos de preparação e resposta a emergências, em particular após a ocorrência de incidentes ou de situações de emergência.

A organização também deve testar periodicamente tais procedimentos, onde praticável.

Figura 3 - Trecho OHSAS 18001 referente à preparação e atendimento a emergências (1999)

1.3 Metodologia

A realização deste trabalho teve como ponto de partida o acidente acontecido com o funcionário Joílson Henrique da Silva. A partir da análise do relatório de investigação deste acidente, verificou-se que haviam falhas nos requisitos de preparação e atendimento a emergências em áreas remotas que não foram bloqueadas e que por conta disso, poderiam resultar em novas ocorrências. Com o conhecimento dos autores da monografia em Sistemas de Informação Geográfica, levantou-se a hipótese do uso desta ferramenta para o apoio no mapeamento das rotas para o resgate em locais remotos.

Para a comprovação da viabilidade desta hipótese foi feita a revisão da literatura existente sobre o assunto em livros, manuais e na internet. Após a pesquisa e coleta dos dados, iniciou-se o desenvolvimento de um modelo no qual foram inseridos diversos dados referentes à realidade das minas da MRN.

Paralelamente ao desenvolvimento deste sistema, foi feita a revisão da literatura referente ao Sistema de Gestão de Segurança, obtenção e manipulação da informação e a utilização de tecnologias como ferramentas de apoio no processo de tomada de decisão, buscando, desta forma, contextualizar de forma cronológica as informações obtidas.

Por fim, após concluído o modelo, foram realizadas simulações para verificação da operacionalidade da ferramenta.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Considerações sobre a evolução da gestão de Segurança e Saúde do Trabalho

Para compreender o estágio atual da gestão de Segurança e Saúde do Trabalho (SST) é indispensável que se analise a problemática do trabalho, pois os dois temas possuem relação direta entre si. Para isso é necessário que se faça um breve histórico sobre a evolução das relações de trabalho, que em diferentes momentos da história, por razões religiosas, econômicas, políticas ou culturais, assumiram diferentes significados que se refletem nos dias atuais.

2.1.1 Evolução histórica das relações de trabalho e da gestão de SST

Por vezes, ao longo da história, as relações de trabalho para a produção de bens, serviços e mercadorias estiveram baseadas na sua forma mais cruel de dominação do homem sobre o homem: a escravidão.

Na Idade Média a lógica da relação era baseada na terra. Durante esse período o senhor feudal, dono das terras, através da autoridade de cunho religioso, obtinha o trabalho gratuito dos servos. No entanto, conforme relata Motta e Vasconcelos (2005), essa relação se alterou por volta do século XIV. Em razão da conhecida Peste Negra, grande parte da população foi dizimada.

A partir desse acontecimento, por conta da escassez da mão-de-obra, o valor do trabalho dos camponeses subiu significativamente.

Com o declínio da Sociedade Feudal e o progresso das cidades, aquelas pessoas que possuíam uma habilidade específica (também chamados de artesãos) abandonaram a agricultura para viver de seu ofício. Constituíram seus próprios negócios e controlavam todo o sistema produtivo, desde a matéria-prima até a venda do produto acabado.

A competência do artesão era a base da relação. Quanto melhor fosse o seu produto, mais clientes ele conquistava e, por consequência, mais produtos comercializava. No entanto, essa comercialização de produtos ainda sofria a influência dos valores religiosos e éticos típicos da Idade Média. Os produtos eram comercializados pelo custo de fabricação, também conhecido como “justo preço”. Com a expansão do comércio o “justo preço” dá lugar ao preço de mercado que, em função da oferta e da procura, passa visar o lucro.

Emerge nesse contexto a Burguesia Mercantil e logo a seguir a Burguesia Industrial que iriam acelerar o processo de “industrialização do emprego”. Fábricas são erguidas, são promulgadas leis para regulamentar os salários e com a consolidação da produção industrial surge a lógica da busca por eficiência, na qual o objetivo final passa a ser o lucro a qualquer custo.

A Revolução Industrial ocorrida na Inglaterra no século XVIII consolidou o capitalismo industrial e com ele verificou-se um significativo crescimento econômico que contribuiu para um alto custo social. Segundo Motta e Vasconcelos (2005) homens, mulheres e crianças trabalhavam até 16 horas por dia em condições difíceis e precárias em troca de irrisórios salários para sua sobrevivência. As cidades, sem a menor infra-estrutura, estavam lotadas de camponeses que vinham do campo procurar trabalho. As condições de vida se tornaram muito precárias, com epidemias, sujeira e pobreza.

Embora alguns poucos trabalhos sobre medicina ocupacional já tivessem sido realizados, é nesta época, em razão do agravamento da precariedade das condições de trabalho, que surgem, de forma mais estruturada, os serviços de medicina do trabalho nas empresas. Deve-se salientar, entretanto, que um dos fatores motivadores desta preocupação com saúde dos trabalhadores residia no comprometimento da capacidade produtiva dos mesmos, o que colocava em xeque a sobrevivência do próprio sistema.

Já no final do século XIX e início do século XX os Estados Unidos se tornaram a principal potência industrial. Também é nesse período que pensadores como Weber, Taylor e Fayol que tinham idéias semelhantes sobre a racionalização do trabalho, ficaram conhecidos como os fundadores da Escola Clássica ou Administração Científica do Trabalho.

As bases da Escola Clássica eram as seguintes:

- Busca da “melhor maneira” por meio de “Métodos Científicos”.
- Estudo dos tempos e movimentos.
- Estabelecimento de padrões de produção.
- Administradores e engenheiros estabelecem padrões. Operários apenas obedecem. (MOTTA e VASCONCELOS, 2005, p. 37)

Por consequência desta organização do trabalho dominante neste período, os serviços médicos das empresas tinham como responsabilidade a adaptação do trabalhador ao trabalho e de manter a sua saúde. Não havia espaço para se questionar os fatores causais das doenças dos trabalhadores, pois a necessidade maior do sistema era a de ter à disposição trabalhadores saudáveis com baixo índice de absenteísmo e altamente produtivos, conforme Barreiros (2005).

A escassez crescente de consumidores decorrente do aumento vertiginoso da concorrência que ocorreu no século passado alterou as características do mercado e fez evoluir as teorias de gestão para modelos que priorizam a competitividade, conforme cita Maximiano (2000).

A evolução dos modelos de gestão com ênfase na competitividade consolidou a importância das pessoas da organização como um dos principais componentes para se fazer a diferença entre as empresas, derrubando, assim, aquilo que constituiu um dos principais desperdícios do século passado: o homem apenas como mão-de-obra.

Com o fim da Segunda Guerra novos referenciais sóciopolíticos foram estabelecidos. É criada a Organização das Nações Unidas (ONU) que proclama a Declaração Universal dos Direitos Humanos¹, que traz no texto do artigo 23º:

- 1) Toda pessoa tem direito ao trabalho, à livre escolha do trabalho, a condições eqüitativas e satisfatórias de trabalho e à proteção contra o desemprego.
- 2) Todos têm direito, sem discriminação alguma, a salário igual por trabalho igual.
- 3) Quem trabalha tem direito a uma remuneração eqüitativa e satisfatória, que lhe permita e à sua família uma existência conforme com a dignidade humana, e completada, se possível, por todos os outros meios de proteção social.
- 4) Toda pessoa tem o direito de fundar com outras, sindicatos e de se filiar em sindicatos para a defesa dos seus interesses. (grifo dos autores)

Fica evidente, portanto, que em função dos novos valores vigentes que os serviços de medicina do trabalho, da forma como estavam estruturados, não mais atendiam às exigências da sociedade do pós-guerra.

Cabe salientar que conforme Barreiros (2005) as dificuldades encontradas inicialmente pela medicina do trabalho para atender às demandas relacionadas com a segurança e saúde dos trabalhadores só podem ser compreendidas após a análise da conjuntura socioeconômica e política da cada país. Em função desse contexto, essas transformações demoraram um pouco mais para chegar ao Brasil devido a sua tardia industrialização.

Os trabalhadores, agora organizados através dos sindicatos, passaram a questionar de forma mais veemente as condições que lhes eram impostas nos ambientes de

¹ Disponível em:
<http://www.mj.gov.br/sedh/cddph/pdf/Declara%C3%A7%C3%A3o%20Universal%20dos%20Direitos%20Humanos.pdf>

trabalho, que foram reforçados pela atuação da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que neste período aprovou várias recomendações, dentre elas:

- Convenção nº. 148 sobre a Proteção dos Trabalhadores Contra os Riscos Profissionais Devidos a Contaminação do Ar, ao Ruído e às Vibrações no Local de Trabalho.
- Convenção nº. 155 sobre a Segurança e Saúde dos Trabalhadores e o Meio Ambiente de Trabalho.
- Convenção nº. 161 sobre os Serviços de Saúde no Trabalho.

Diante dos resultados obtidos pelo modelo japonês, conhecido como Qualidade Total, não só em termos de produtividade e eficiência, mas também pela qualidade dos produtos fabricados, passa a ser a referência para a organização do trabalho, conforme Barreiros (2005). Esse modelo teve Edwards Deming como seu precursor, seguido por Feigenbaum e Ishikawa.

Visando atestar publicamente seus sistemas de gestão da qualidade, as empresas, voluntariamente, buscaram certificar seus processos. Em face a essa demanda em 1987 a International Standardization Organization (ISO) publicou manuais de avaliação do sistema de gestão da qualidade, também chamados de Normas ISO 9000. Já em 1996, publicou a série de Normas ISO 14000² para a certificação dos sistemas de gestão ambiental.

A partir dessas duas normas - ISO 9000 e ISO 14000 - as empresas puderam certificar ou atestar publicamente o sistema de gestão da qualidade para produtos e o sistema de gestão ambiental. Porém ainda permanecia uma lacuna na gestão das empresas, pois o ambiente no qual os produtos eram produzidos ainda não possuía um modelo de gestão.

² ISO 14001: é definida como um “conjunto de ferramentas e especificações que orientam as relações entre o meio ambiente e as atividades econômicas”.

Com o acirramento da competição entre as empresas, foi necessário buscar novos parâmetros de diferenciação de produtos e serviços no mercado. Foi identificado que a certificação da gestão de SST, além de agregar valor ético às suas atividades, também contribuía para melhoria do seu desempenho.

Diante dessa demanda, a British Standards Institution (BSI), juntamente com outros organismos certificadores, publicou em 1999 a OHSAS 18001 que tem por objetivo auxiliar as empresas no processo de organização e implantação de sistemas de gestão de SST de forma que esses possam ser avaliados e certificados por organismos independentes.

2.1.2 Sistema de gestão de SST – OHSAS 18001

A OHSAS 18001³ é o documento que apresenta os requisitos para a estruturação de um sistema de gestão de SST. O seu estabelecimento permite que empresas controlem seus riscos de segurança e saúde ocupacional, assim como melhorar o seu desempenho. Conforme Aquino (2005) essas especificações podem ser aplicadas em qualquer empresa que desejar:

- Estabelecer um sistema de gestão de SST para eliminar ou minimizar os riscos aos quais seus trabalhadores e outras partes interessadas possam estar expostos na realização de suas atividades;
- Implementar, manter e melhorar continuamente um sistema de gestão de SST;
- Assegurar, para si mesma, a conformidade com a política de SST estabelecida;
- Demonstrar tal conformidade a quem possa interessar;
- Obter a certificação de seu sistema de gestão de SST por uma organização independente;
- Realizar uma auto-avaliação e uma auto-declaração a respeito da conformidade com os requisitos especificados no próprio documento.

³ Série de Especificações para Avaliação da Saúde e da Segurança

A OHSAS 18001 define que o sistema de gestão de SST deve ser estabelecido e mantido pelas empresas com os seguintes requisitos:

- 1) Política
- 2) Planejamento
 - a) Identificação dos perigos, avaliação e controle dos riscos;
 - b) Requisitos legais e outros;
 - c) Objetivos;
 - d) Programas de gestão.
- 3) Implementação e Operação
 - a) Estrutura e responsabilidades;
 - b) Treinamento, conscientização e competências;
 - c) Comunicação e consulta;
 - d) Documentação;
 - e) Controle de documentos e dados;
 - f) Controle operacional;
 - g) Preparação e atendimento a emergências.
- 4) Verificação e ação corretiva
 - a) Medição e monitoramento do desempenho;
 - b) Acidentes, incidentes, não-conformidades, ação preventiva e corretiva;
 - c) Registros e gestão de registros;
 - d) Auditoria
- 5) Análise crítica pela administração

Ao contrário dos sistemas legais, isto é, aqueles baseados nas leis e que são por conta disso compulsórios, o sistema de gestão conforme a OHSAS 18001 é voluntário; a empresa é que define pela sua implantação. Porém, ao decidir por sua implantação a empresa dará um importante passo para se diferenciar no mercado, pois os sistemas voluntários são baseados em: 1- regras de mercado; 2- exigência de uma documentação mais abrangente e 3- comprometimento do corpo gerencial da organização.

2.1.2.1 Preparação e atendimento a emergências

De acordo com Simões (2006), emergência pode ser definida como um evento que:

- Ocorre de forma repentina;
- Afeta a capacidade de funcionar normalmente, pois quebra a rotina de uma organização ou comunidade;
- Requer uma ação imediata.

O item 4.4.7 da OHSAS 18001(1999) define que para a organização estabelecer este modelo para o sistema de gestão de SST deverá estabelecer e manter planos e procedimentos para identificar potenciais acidentes e situações de emergência, assim como para prevenir e mitigar as doenças e lesões que possam estar associadas a eles. Também define que a empresa deverá analisar criticamente seus planos e procedimentos, principalmente após a ocorrência de incidentes ou de situações de emergências.

Para se definir as ações no atendimento a emergências, é necessário que sejam estabelecidas prioridades, na qual a principal delas deverá ser a preservação da vida e da integridade das pessoas.

A elaboração de um plano de emergência deverá levar em consideração os seguintes requisitos:

- 1) Deverá conter o cenário que caracteriza a situação potencial;
- 2) Deverá prever as consequências potenciais em termos de lesão, perda ou dano;
- 3) Deve contemplar, de forma clara e objetiva, as atribuições e responsabilidades dos envolvidos;
- 4) Deve estabelecer as prioridades nas ações;
- 5) Deve ser divulgado para todas as partes interessadas;

- 6) Deve prever a realização de simulados em intervalos de tempos regulares;
- 7) Deve prever a realização uma análise crítica dos treinamentos e atendimentos realizados.

Uma das principais condições para se obter êxito no atendimento a emergências é estar preparado para a tomada de decisão num intervalo muito pequeno de tempo. Por isso, os planos devem ser instrumentos práticos que propiciem respostas rápidas e eficazes no atendimento a essas situações.

2.2 Processo de tomada de decisão

Visando fundamentar o presente trabalho será discutida neste item a importância da informação de qualidade e sobre os processos de tomada de decisão.

2.2.1 A importância da informação

Na sociedade atual, pautada no sucesso individual, os melhores são privilegiados com mais e com o que há de melhor, principalmente em termos financeiros. Já aqueles que não se enquadram nesse grupo são relegados ao segundo plano, como indivíduos menos capazes, que, por conta disso, ficarão à margem de poder usufruir o que de melhor se pode ter.

Informação é poder. Em razão disso, buscar a informação de qualidade e saber manipulá-la da maneira correta com o objetivo de obter o melhor resultado possível certamente será o diferencial entre o sucesso e o ostracismo.

Não é incomum nos processos seletivos para vagas de emprego, deparar-se com a seguinte questão: “Como você faz para manter-se atualizado?”, ou então, “Com qual frequência você lê jornais, revistas e periódicos?”. Tais indagações, ou outras correlatas, têm em comum o objetivo de trazer à tona para o entrevistador a importância que o candidato em questão relega à obtenção da informação.

A informação de qualidade, já há algum tempo, adquiriu o status de produto com alto valor agregado, condição que foi evidenciada a partir do advento da globalização, o que é muito nítido para quem acompanha o desenrolar das decisões no campo financeiro e econômico dos mercados.

A criação, captação, organização, distribuição, interpretação e comercialização da informação são processos essenciais, segundo Mgee e Prusack⁴ (1994) apud Gonçalves (2005)

Apenas para ilustrar com mais clareza as argumentações anteriores, cita-se como exemplo, o caso das bolsas de valores, que excluído o seu componente especulativo, mede com certo grau de precisão o vigor de determinada economia, pois entre todos os componentes do mercado financeiro mundial nenhum é tão sensível como esse aos acontecimentos globais. Fatos ocorridos no mercado financeiro asiático têm seus efeitos sentidos por aqui quase que instantaneamente, graças à globalização dos mercados.

No ambiente das empresas e organizações a informação é algo que é guardado com o maior rigor possível, pois ela é um bem valioso. Descobrir qual o projeto que o concorrente pretende lançar no mercado e se antecipar a ele, ou então qual será a nova tendência de determinado segmento são consideradas informações estratégicas e podem representar a morte ou o sucesso de uma empresa, dependendo de quem detém a informação.

A informação deve ser tratada como um bem possuidor de características únicas que a diferenciam. A informação que chega atrasada pode não ter nenhum valor, assim como a informação que fica armazenada e não serve ao seu propósito que fatalmente irá se depreciar e tornar-se inútil. O ser humano, o ator responsável pela manipulação da informação, é que fará dela um bem precioso ou um produto a ser descartado, agindo de forma estratégica, conforme Gonçalves (2005).

⁴ MGEE, J. ; PRUSSACK, L. **Gerenciamento estratégico da Informação**. Rio de Janeiro: Campus, 1994

2.2.2 Os processos de tomada de decisão

A manipulação das informações gera condições ao ser humano para tomar decisões. Segundo Motta e Vasconcelos (2005) o tomador de decisão deve ter o conhecimento absoluto de todas as opções disponíveis de ação e a partir do conhecimento e processamento de todas as informações disponíveis avaliará as opções de ação possíveis e escolherá a melhor de acordo com os critérios e objetivos por ele definidos.

Ainda segundo Motta e Vasconcelos (2005) o processo decisório baseia-se em 03 etapas:

- Identificação e definição dos problemas a partir de uma análise de oportunidades e ameaças próprias a um ambiente;
- Elaboração de várias soluções para os problemas identificados a partir das informações existentes;
- Comparação exaustiva das consequências de cada alternativa de ação, seleção das alternativas, decisão e estabelecimento da melhor alternativa de ação possível de acordo com os critérios previamente estabelecidos.

Como visto, este modelo pressupõe que o tomador de decisão terá acesso a todas as informações possíveis e escolherá de forma objetiva e após cuidadosa análise a melhor alternativa possível. Caso essa decisão seja implementada, deverá maximizar os resultados para os interessados. No entanto, esse modelo ignora a ambigüidade e a incerteza típica dos processos decisórios. Pressupõe ainda, que o tomador de decisão saberá escolher a melhor solução possível e ignora fatores que podem ser complicadores como existência de conflitos e jogos de poder.

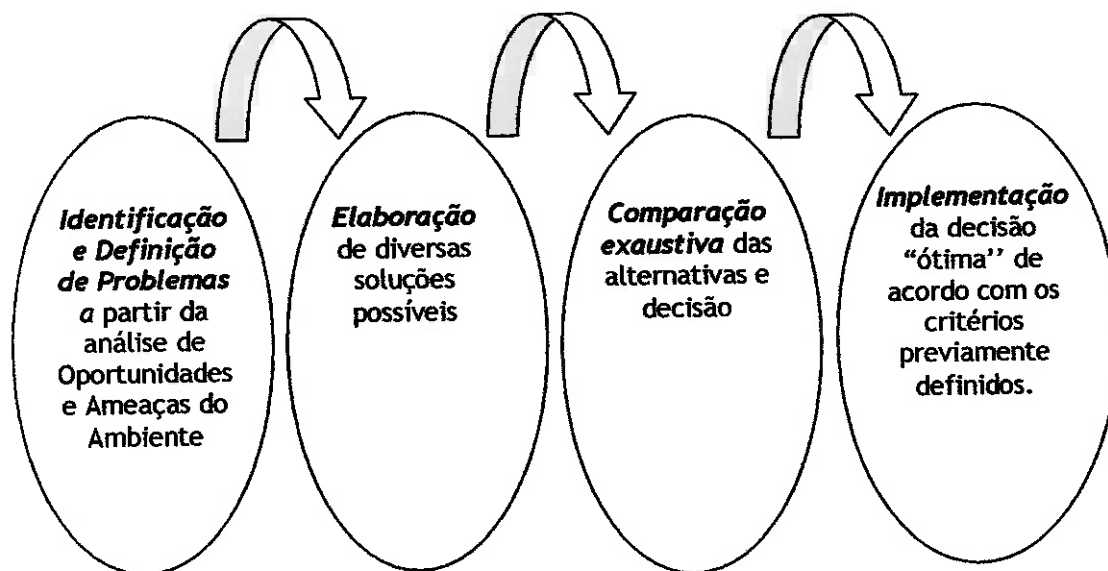


Figura 4 – Exemplo de um processo de tomada de decisão (Adaptado de Motta e Vasconcelos, 2005)

O processo de tomada de decisão conhecido como Modelo de Carnegie, baseia-se na solução satisfatória, ou seja, a partir de critérios aceitáveis pré-estabelecidos de desempenho, o tomador de decisão ao encontrar uma solução que corresponda a esses critérios, toma a decisão e a implementa. Ainda segundo o Modelo de Carnegie, o processo decisório é conduzido de acordo os critérios que limitam o processo de escolha e as alternativas possíveis. Dentre as várias alternativas possíveis será selecionada a que for considerada satisfatória e aceitável, de acordo com o critério pré-estabelecido. Não significa que essa seja a melhor possível, pois processar todas as alternativas possíveis, além de ser muito oneroso, é impossível para o ser humano. Apesar das limitações do tomador de decisão descritas neste modelo, essas podem ser aperfeiçoadas, ou seja, a capacidade humana de processar informações pode ser melhorada a cada decisão tomada.

Richard Cyert e James March⁵ (1963) apud Motta e Vasconcelos (2005) desenvolveram alguns conceitos que descrevem o comportamento dos tomadores de decisão no processo de escolha, entre os quais dois merecem destaque:

- Tendência a evitar incertezas;
- Busca sequencial de resolução de problemas.

⁵ CYERT, R; MARCH, J. *A behavioral theory of the firm*. Englewood Cliffs: Prentice_Hall, 1963.

O primeiro conceito demonstra que para não ter que lidar com as incertezas próprias das grandes mudanças e do futuro os tomadores de decisão concentram-se nas metas de curto prazo e na resolução de problemas imediatos. A outra forma de evitar incertezas é estabelecer rotinas e padrões para a tomada de decisão.

Com relação ao segundo conceito, baseado nas teorias anteriores, os tomadores de decisão identificam e definem os problemas e dentre as opções, selecionam as que consideram satisfatórias, segundo os critérios que foram pré-estabelecidos. A busca por soluções é motivada por problemas específicos, o que acontece de forma sequenciada em que primeiro são adotadas as soluções mais simples, e caso não tenham atingido o nível de satisfação, soluções mais complexas são implementadas, e assim sucessivamente. Com este processo, os tomadores de decisão simplificam os processos de tomada de decisão, os quais se tornam mais complexos à medida que forem realmente necessários.

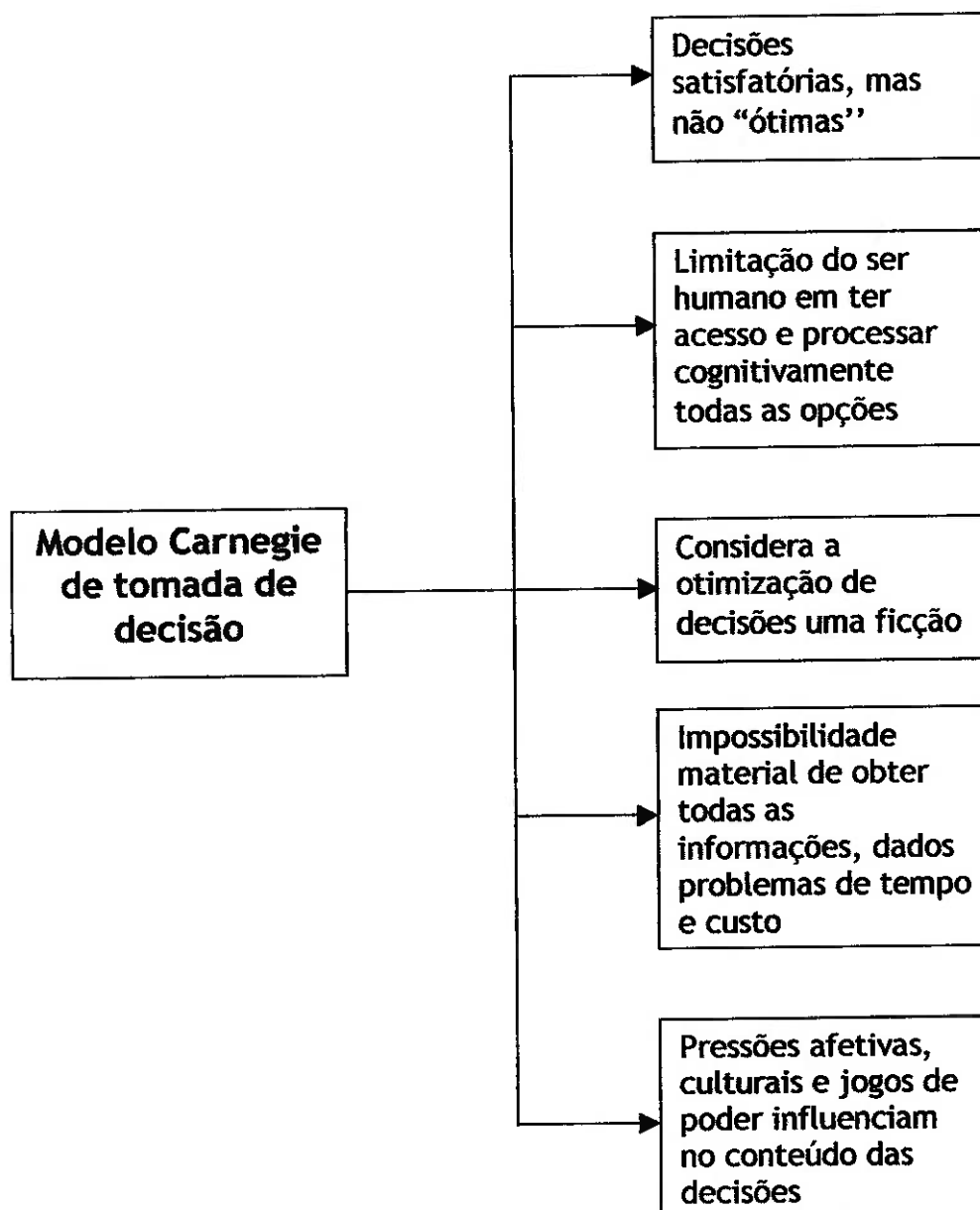


Figura 5 – Modelo Carnegie de tomada de decisão. (Adaptado de Motta e Vasconcelos, 2005).

2.2.3 Sistemas de apoio à tomada de decisão

São definidos como “Sistemas de Suporte a Decisão são soluções tecnológicas que podem ser usadas para criar decisões complexas e resolver problemas.” (POWER⁶, 1997; SHIM⁷ 2000 apud GONÇALVES 2005).

⁶ POWER, D. A brief history of decision support systems (1997). Disponível em :<<http://www.dssresources.com/history/dsshistory.html>. Acesso em: 23 nov. 2004

⁷ SHIM, J. P. et al. Past, present and future of decision support technology. *Decision Support Systems*, Amsterdam, v. 33, n. 2, p. 111-126, June 2002.

Ainda segundo Shim⁷ (2000) apud Gonçalves (2005) os Sistemas de Suporte a Decisão possuem instrumentos que se compõem de:

- Capacidade de gerenciar sofisticados bancos de dados com acesso a dados internos e externos, informações e conhecimento.
- Funções de modelagem acessadas por um sistema gerenciador de modelos.
- Simples, mas poderosa interface que possibilita consultas interativas, relatórios e funções gráficas.

Os sistemas devem possuir, portanto, uma interface amigável que facilite a obtenção dos dados necessários e auxiliem de forma rápida e precisa o processo de tomada de decisão.

Os sistemas de apoio à tomada decisão, baseados na moderna tecnologia da informática, se constituem em ferramentas de extrema importância, uma vez que permitem que uma grande quantidade de dados, muitas vezes complexos, sejam analisados em um pequeno intervalo de tempo, o que favorece consideravelmente a tomada de decisão com qualidade.

2.3 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

O geoprocessamento é definido como o conjunto de tecnologias voltadas a coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Estes sistemas são mais comumente denominados de *Sistemas de Informação Geográfica* ou SIG.

Com a evolução da tecnologia de geoprocessamento e de softwares gráficos vários termos surgiram para as diversas especialidades. O nome *Sistemas de Informação Geográfica*⁸ é muito utilizado e, em muitos casos, é confundido com geoprocessamento. O geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georeferenciados, enquanto um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies.

⁸ Em Inglês: *Geographic Information System* (GIS)

2.3.1 Características de um SIG

O termo sistemas de informação geográfica (SIG) é aplicado para o tratamento computacional de dados geográficos devido à sua ampla gama de aplicações, que inclui temas como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia). Existem pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG:

- Como ferramenta para produção de mapas;
- Como suporte para análise espacial de fenômenos;
- Como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Estas três visões do SIG são convergentes e refletem a importância do tratamento da informação geográfica dentro de uma instituição. Para esclarecer ainda mais o assunto, apresentamos a seguir algumas definições de SIG:

- “Um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georeferenciados” (ARONOFF⁹, 1989, *apud* TOMAZ 2000).
- “Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real” (BURROUGH¹⁰, 1986, *apud* SOUZA et al, 1999).
- “Um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas” (COWEN¹¹, 1988, *apud* DECANINI, 2001).

⁹ ARONOFF, S. *Geographic information systems: a management perspective*. Ottawa: WDL, 1989.

¹⁰ BURROUGH, P. A. *Principles of geographical information systems*. Oxford: Oxford University, 1986. 193p.

¹¹ COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS; what are the differences? *Photogrammetric engineering and remote sensing*, v. 54, p. 1551-1555, 1988

Essas definições de SIG refletem cada uma à sua maneira, a multiplicidade de usos e visões possíveis dessa tecnologia e apontam para uma perspectiva interdisciplinar e multidisciplinar de sua utilização. A partir destes conceitos é possível integrar numa única base de dados informações espaciais provenientes de dados cartográficos, cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno e com isso oferecer mecanismos para combinar as várias informações permitindo consultar, recuperar, visualizar e imprimir o conteúdo da base de dados geocodificados.

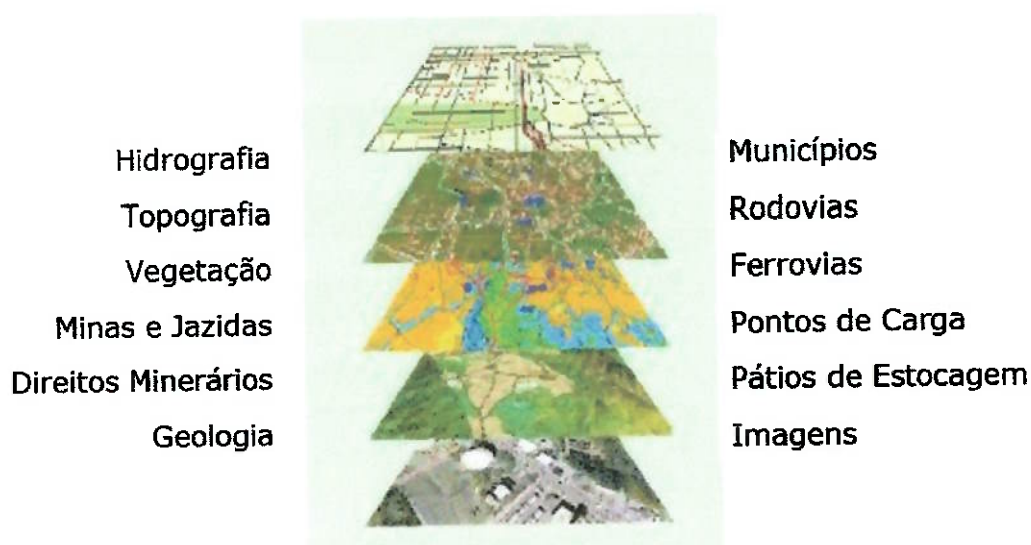


Figura 6 - Multiplicidade nas áreas de atuação e apoio. Adaptado de Câmara et al, 1996.

2.3.2 Conceitos de Espaço e Relações Espaciais

O que há de especial com dados espaciais? A partir dessa pergunta, podemos procurar desvendar as particularidades dos dados geográficos. O aspecto mais fundamental dos dados tratados em um SIG é a natureza dual da informação: um dado geográfico possui uma localização geográfica (expressa como coordenadas em um mapa) e atributos descritivos (que podem ser representados num banco de dados convencional). Outro aspecto muito importante é que os dados geográficos não existem sozinhos no espaço: tão importante quanto localizá-los é descobrir e representar as relações entre os diversos dados.

Tome-se um exemplo concreto para explicitar os conceitos acima sobre análise espacial (neste caso realizado manualmente). Em 1854, Londres estava sofrendo uma grave epidemia de cólera, doença que na época não se conhecia a forma de contaminação. Numa situação na qual já haviam ocorrido mais de 500 mortes, o doutor John Snow teve a idéia de colocar no mapa da cidade a localização dos doentes de cólera e dos poços de água (naquele tempo, a fonte principal de água dos habitantes da cidade). O mapa obtido está mostrado na figura a seguir.



Figura 7 - Mapa de Londres no ano de 1854 com casos de cólera (pontos) e poços de água (círculos) (adaptado de E. Tufte, 1983, *apud* Kiffer *et al*, 2004).

Com a espacialização dos dados, o doutor Snow percebeu que a maioria dos casos estava concentrada em torno do poço da *Broad Street* e ordenou a sua interdição o que contribuiu em muito para debelar a epidemia. Esse caso forneceu evidência empírica para a hipótese (depois comprovada) de que o cólera é transmitido por ingestão de água contaminada. Essa é uma situação típica na qual a relação espacial entre os dados muito dificilmente seria percebida pela simples listagem dos casos de cólera e dos poços. O mapa do doutor Snow passou para a História como um dos primeiros exemplos que ilustra bem o poder explicativo da análise espacial.

2.3.3 Estrutura geral de um SIG

De forma abrangente, pode-se indicar que um SIG tem os seguintes componentes:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de processamento gráfico e de imagens;
- Visualização e impressão;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Esses componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a *interface homem-máquina* define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais (**entrada, edição, análise, visualização e saída**). No nível mais interno do sistema, um *sistema de gerência de bancos de dados geográficos* oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos.

A ligação entre os dados geográficos e as funções de processamento do SIG é feita por mecanismos de seleção e consulta que definem restrições sobre o conjunto de dados. Exemplos ilustrativos de modos de seleção de dados são:

- "Recupere os dados relativos à carta de Guajará-Mirim" (**restrição por definição de região de interesse**);
- "Recupere as cidades do Estado de São Paulo com população entre 100.000 e 500.000 habitantes" (**consulta por atributos não-espaciais**);
- "Mostre os postos de saúde num raio de 5 km do hospital municipal de São José dos Campos" (**consulta com restrições espaciais**).

A figura a seguir indica o relacionamento dos principais componentes. Cada sistema, em função de seus objetivos e necessidades, programa os componentes de forma distinta, mas todos os subsistemas citados estão presentes num SIG.

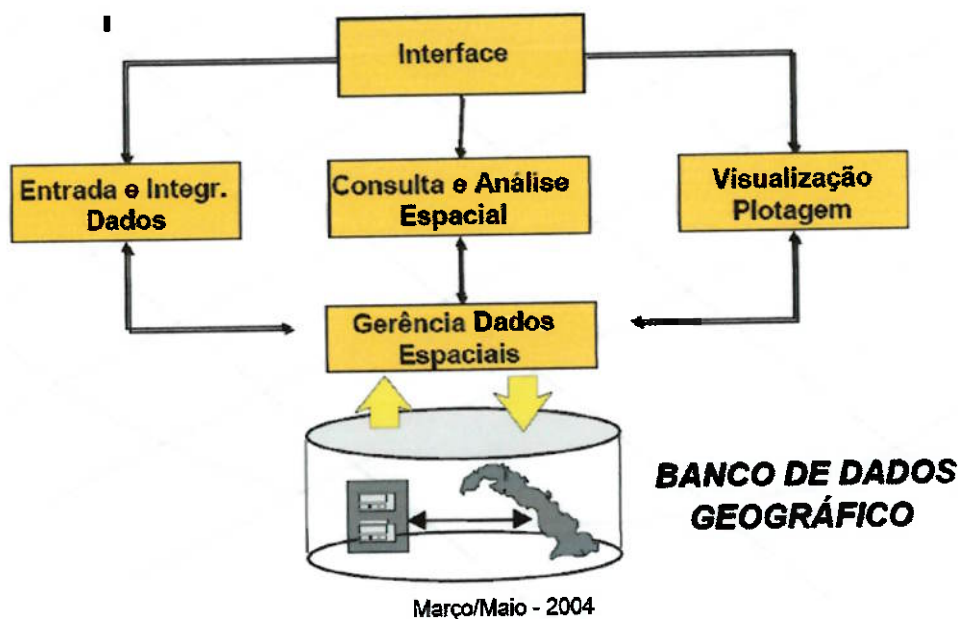


Figura 8 – Fluxograma de consulta e entrada de dados em Sistemas de Informação Geográfica. (Kiffer et al, 2004).

2.3.4 Tipos de dados em Geoprocessamento

Um sistema de Geoprocessamento armazena a geometria e os atributos dos dados, que estão georeferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre numa projeção cartográfica. Os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados.

A diferença entre sistemas de Projeto Auxiliado por Computador (CAD) e um SIG é que uma característica básica e geral num SIG é sua capacidade de tratar as relações espaciais entre os objetos geográficos. Topologia significa estrutura de relacionamentos espaciais (vizinhança, proximidade, pertinência) que podem se estabelecer entre objetos geográficos.

O requisito de armazenar a geometria dos objetos geográficos e de seus atributos representa uma dualidade básica para SIG. Para cada objeto geográfico, o SIG necessita armazenar seus atributos e as várias representações gráficas associadas.

2.3.4.1 Mapas temáticos

Mapas temáticos contêm regiões geográficas definidas por um ou mais polígonos. Têm-se como exemplos o uso do solo e a aptidão agrícola de uma região. Esses dados, obtidos a partir de levantamento de campo, são inseridos no sistema por digitalização, ou, de forma mais automatizada, a partir da classificação de imagens.

Para permitir uma representação e análise mais acurada do espaço geográfico, a maior parte dos sistemas armazena estes tipos de mapas na forma de arcos (limites entre regiões), incluindo os nós (pontos de intersecções entre arcos) para montar uma representação topológica. A topologia construída é do tipo arco-nó-região: arcos se conectam entre si através de nós (pontos inicial e final) e arcos que circundam uma área definem um polígono (região).

Um mapa temático também pode ser armazenado no formato matricial (*raster*, em inglês). Nesse caso a área correspondente ao mapa é dividida em células de tamanho fixo. Cada célula terá um valor correspondente ao tema mais freqüente naquela localização espacial.

A escolha entre a representação matricial e a vetorial para um mapa temático depende do objetivo em vista. Para a produção de cartas e em operações nas quais se requer maior precisão, a representação vetorial é mais adequada. As operações de álgebra de mapas são mais facilmente realizadas no formato matricial. No entanto, para um mesmo grau de precisão, o espaço de armazenamento requerido por uma representação matricial é substancialmente maior.

SONDAGEM BACABA

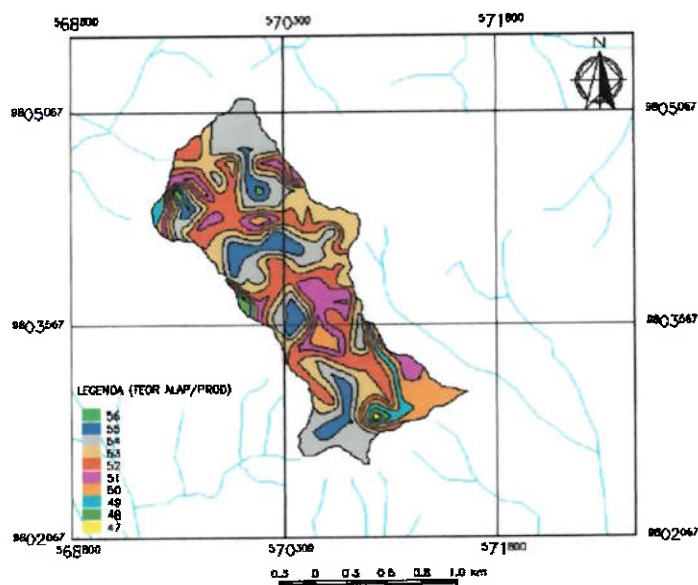


Figura 9 – Mapa de isotores de alumínio do platô Bacaba.

2.3.4.2 Mapas cadastrais (mapas de objetos)

Um mapa cadastral distingue-se de um mapa temático, pois cada um de seus elementos é um objeto geográfico que possui atributos e pode estar associado a várias representações gráficas. Por exemplo, os lotes de uma cidade são elementos do espaço geográfico que possuem atributos (dono, localização, valor venal, Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) devido, etc.) e que podem ter representações gráficas diferentes em mapas de escalas distintas.

A parte gráfica dos mapas cadastrais é armazenada em forma de coordenadas vetoriais, com a topologia associada. Não é usual representar estes dados na forma matricial.

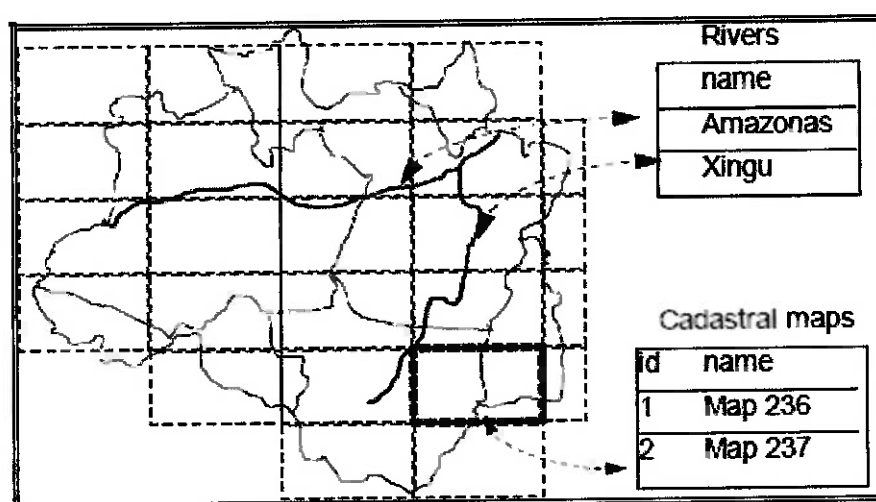


Figura 10 – Mapa cadastral. Fonte: Câmara et al, 1996.

2.3.4.3 Redes

Em Geoprocessamento, o conceito de "rede" simboliza informações associadas a:

- Serviços de utilidade pública, como água, luz e telefone;
- Redes de drenagem (bacias hidrográficas);
- Rodovias.

No caso de redes, cada objeto geográfico (p ex.: cabo telefônico, transformador de rede elétrica, cano de água) possui uma localização geográfica exata e está sempre associado a atributos descritivos presentes no banco de dados.

A topologia de redes constitui um grafo, que armazena informações sobre recursos que fluem entre localizações geográficas distintas.

As redes formam um capítulo a parte na tipologia de SIG, pois a diferença dos outros tipos de dados são o resultado direto da intervenção humana sobre o meio-ambiente. Cada aplicação de rede tem características próprias e com alta dependência cultural (p.ex., a largura das auto-estradas norte-americanas é distinta das usadas em São Paulo).

No caso de aplicações em redes, a ligação com banco de dados é fundamental. Como os dados espaciais têm formatos relativamente simples, a maior parte do trabalho

consiste em realizar consultas ao banco de dados e apresentar os resultados de forma adequada. A área de redes é ainda um grande motivador para inovações em SIG, merecendo destaque:

- Integração de dados;
- Segmentação dinâmica;
- Linguagem de visualização;
- Capacidade de adaptação.

A integração de dados é necessária para aplicações como redes, nas quais se deseja gerar uma base cartográfica contínua a partir de informações dispersas em vários mapas.

Por exemplo, ao se asfaltar parte de uma estrada de terra, será preciso atualizar essa informação sem ter de re-digitalizar todas as coordenadas de localização da estrada, permitindo separar os diferentes níveis de informação relativos a uma mesma rede.

Como as características dos elementos da rede são armazenadas como atributo em bancos de dados, é necessário dispor de meios para visualizar esta informação. Para tanto o sistema de informação geográfica deve dispor de linguagem de apresentação que permita controlar a simbologia associada aos componentes da rede, que varia conforme a escala de plotagem.

O pacote mínimo disponível nos sistemas comerciais consiste tipicamente de cálculo de caminho ótimo e crítico, que é insuficiente para a realização da maioria das aplicações, pois cada usuário tem necessidades completamente distintas. No caso de um sistema telefônico, tem-se como exemplo: "quais são todos os telefones servidos por uma dada caixa terminal?". Já para uma rede de água, pode-se perguntar: "Se injetarmos uma dada percentagem de cloro na caixa d'água de um bairro, qual a concentração final nas casas?"

Desse modo, um sistema de modelagem de redes só terá utilidade para o cliente depois de devidamente adaptado para as suas necessidades, o que pode levar vários

anos. Isso impõe uma característica básica para esta aplicação: os sistemas devem ser versáteis e maleáveis.

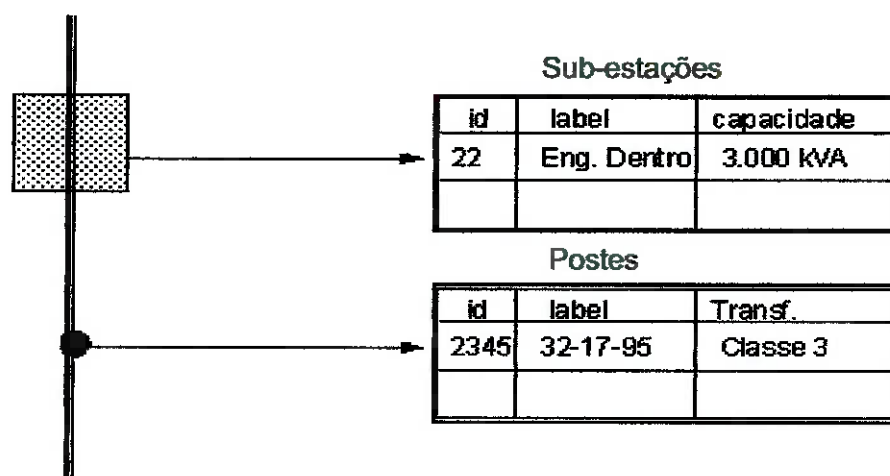


Figura 11 – Mapa de redes. Fonte: Câmara et al, 1996.

2.3.4.4 Imagens

Obtidas por satélites, fotografias aéreas ou "scanners" aerotransportados, as imagens representam formas de captura indireta de informação espacial. Armazenadas como matrizes, cada elemento de imagem (denominado "pixel") tem um valor proporcional à reflectância do solo para a área imageada.

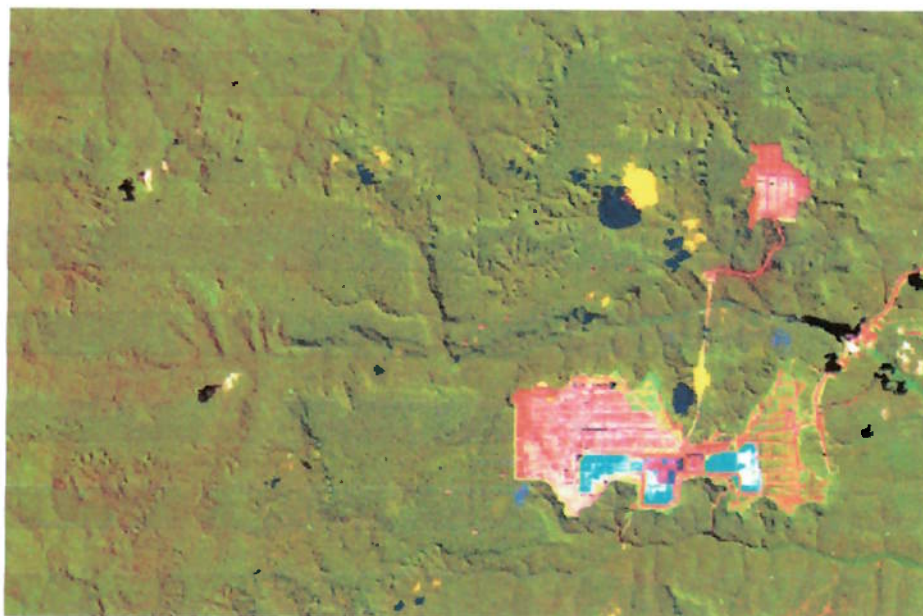


Figura 12 – Imagem Landsat 5 das minas em operação da Mineração Rio do Norte.

Pela natureza do processo de aquisição de imagens, os objetos geográficos estão contidos na imagem e para individualizá-los é necessário recorrer a técnicas de foto-interpretação e de classificação automática.

2.3.4.5 Modelos numéricos de terreno

O termo modelo numérico de terreno (MNT) é utilizado para representar uma grandeza que varia continuamente no espaço. Comumente associados à altimetria, também podem ser utilizados para modelar unidades geológicas, como teor de minerais ou propriedades do solo ou subsolo (como aeromagnetismo).

Entre os usos de modelos numéricos de terreno, pode-se citar, segundo Burrough¹², 1986 *apud* Souza *et al*, 1999:

- Armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos;
- Análises de corte-aterro para projeto de estradas e barragens;
- Cômputo de mapas de declividade e exposição para apoio a análises de geomorfologia e erodibilidade;
- Análise de variáveis geofísicas e geoquímicas;
- Apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

O processo de aquisição de uma grandeza com variação espacial produz usualmente um conjunto de amostras pontuais. A partir destas amostras, pode-se construir dois tipos de representação:

- Grades regulares: matriz de elementos com espaçamento fixo, onde é associado o valor estimado da grandeza na posição geográfica de cada ponto da grade. As grades regulares são obtidas por interpolação das amostras ou, alternativamente, geradas por reprodutores com saída digital;
- Malhas triangulares: a grade é formada por conexão entre amostras, utilizando a triangulação de Delaunay (sujeita a restrição). A grade triangular é uma estrutura topológica vetorial do tipo arco-nó, que forma um conjunto de recortes irregulares no espaço.

¹² BURROUGH, P. A. *Principles of geographical information systems*. Oxford: Oxford University, 1986. 193p.

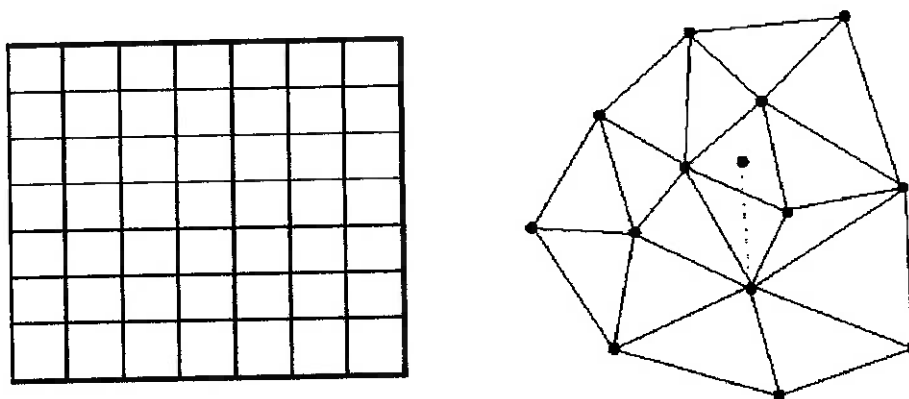


Figura 13 – Grade regular (quadrada) e triangular (Câmara et al, 1996).

As grades triangulares são normalmente melhores para representar a variação do terreno, pois capturam a complexidade do relevo sem a necessidade de grande quantidade de dados redundantes. As grades regulares têm grande redundância em terrenos uniformes e dificuldade de adaptação a relevos de natureza distinta no mesmo mapa, por causa da grade de amostragem fixa.

Os modelos numéricos de terreno também podem ser convertidos para mapas temáticos e para imagens. Em ambos os casos, a grandeza numérica é quantizada, seja para um número pequeno de valores (caso de mapas temáticos) seja para a variação associada a imagens (valores discretos).

2.3.5 Classes de projetos em Geoprocessamento

A base de dados espacial é o componente de maior custo em um sistema de Geoprocessamento. A abrangência dos trabalhos realizados permite distinguir entre dois tipos de ambientes:

- Projetos de análise espacial sobre regiões de pequeno e médio porte;
- Inventários espaciais sobre grandes regiões.

Como exemplo do primeiro caso pode-se tomar o caso dos Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) como no caso de criação de uma hidrelétrica ou de uma ferrovia, por exemplo. No segundo caso, situam-se levantamentos sistemáticos, como os feitos

pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para mapear o desflorestamento na Amazônia.

3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA: ESTUDO DE CASO MAVEFER ENGENHARIA

No dia 02 de novembro de 2005, uma equipe de funcionários da Mavefer Engenharia, prestadora de serviços da MRN, executava serviços de apoio construindo acesso para a obra de recuperação de erosão ocorrida na borda do platô de exploração de bauxita, denominado Saracá V.



Figura 14 – Local da ocorrência da erosão. Fonte: Relatório de investigação de acidente da Mavefer Engenharia, 2005.

O trabalhador, Sr. Joilson Henrique da Silva e os demais trabalhadores executavam a escada lateral que serviria de acesso à parte inferior da obra conforme se vê nas figuras seguintes.

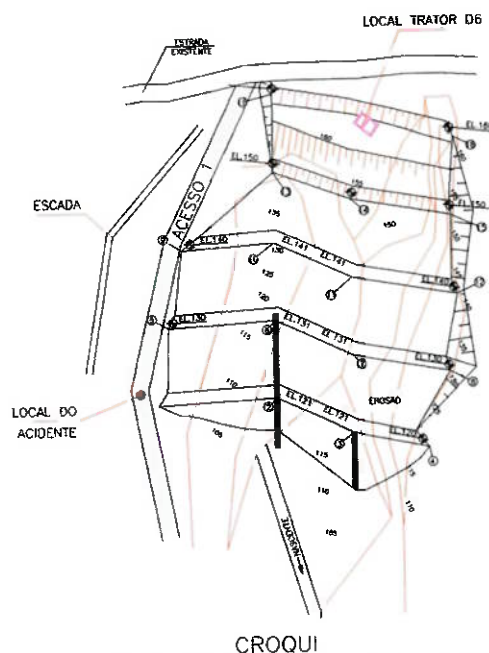


Figura 15 - Croqui da erosão com a indicação do local do acidente. Fonte: Relatório de investigação de acidente da Mavefer Engenharia, 2005.



Figura 16 – Construção da escada de acesso. Fonte: Relatório de investigação de acidente da Mavefer Engenharia, 2005.

Devido à gravidade do impacto ambiental causado pela erosão, foi necessária a elaboração de um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) e apresentação desse ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para aprovação. Somente após a aprovação e que a obra foi iniciada.

A equipe de funcionários se encontrava na metade inferior da construção do acesso, conforme mostra a figura 15 e na parte superior da erosão um trator de esteiras executava o trabalho de corte e empurramento de solo.

Em determinado momento, uma pedra se desprendeu no local em que o trator executava os serviços, rolou pela lateral da erosão e atingiu a perna do Sr. Joilson causando fratura do Fêmur esquerdo.

Após ser conduzido ao hospital, o trabalhador passou por cirurgia e ficou afastado de novembro de 2005 até julho de 2007 em processo de recuperação, afastado de suas atividades laborais. Segundo relatou o médico que realizou a cirurgia caso a pedra tivesse atingido a região do tórax ou do crânio, com certeza, o trabalhador teria falecido.

Diante do ocorrido e da criticidade desse evento de potencial de gravidade 4 (ver tabela abaixo), foi montada uma comissão composta de gerentes de área e de departamento, engenheiros, técnicos de segurança e os trabalhadores envolvidos diretamente para realizar a investigação do acidente. Após a conclusão desse processo, as causas básicas e as contributivas que desencadearam o acidente foram levantadas e em seguida foi gerado um plano de ação para bloquear futuras ocorrências.

Potencial de Gravidade	Lesão que aconteceu ou poderia ter acontecido
PG -1	O evento poderia ter gerado, no máximo, lesões leves que exigiriam apenas primeiros socorros (Ex: cortes superficiais e arranhões).
PG-2	As conseqüências poderiam ser, no máximo, lesão com perdas de pequenas partes do corpo (Ex: unha, polpa de um dedo ou afastamento temporário)

PG-3	O evento geraria desde incapacidade parcial permanente até incapacidade total permanente (Ex: amputação de membros, cegueira parcial ou total, surdez parcial ou total, lesões graves na coluna ou qualquer outra lesão que impedisse ou prejudicasse o exercício da profissão).
PG-4	O evento poderia causar fatalidade.

Tabela 01 – Classificação do Potencial de Gravidade de um acidente. Fonte: Formulários de investigação de acidente da MRN.

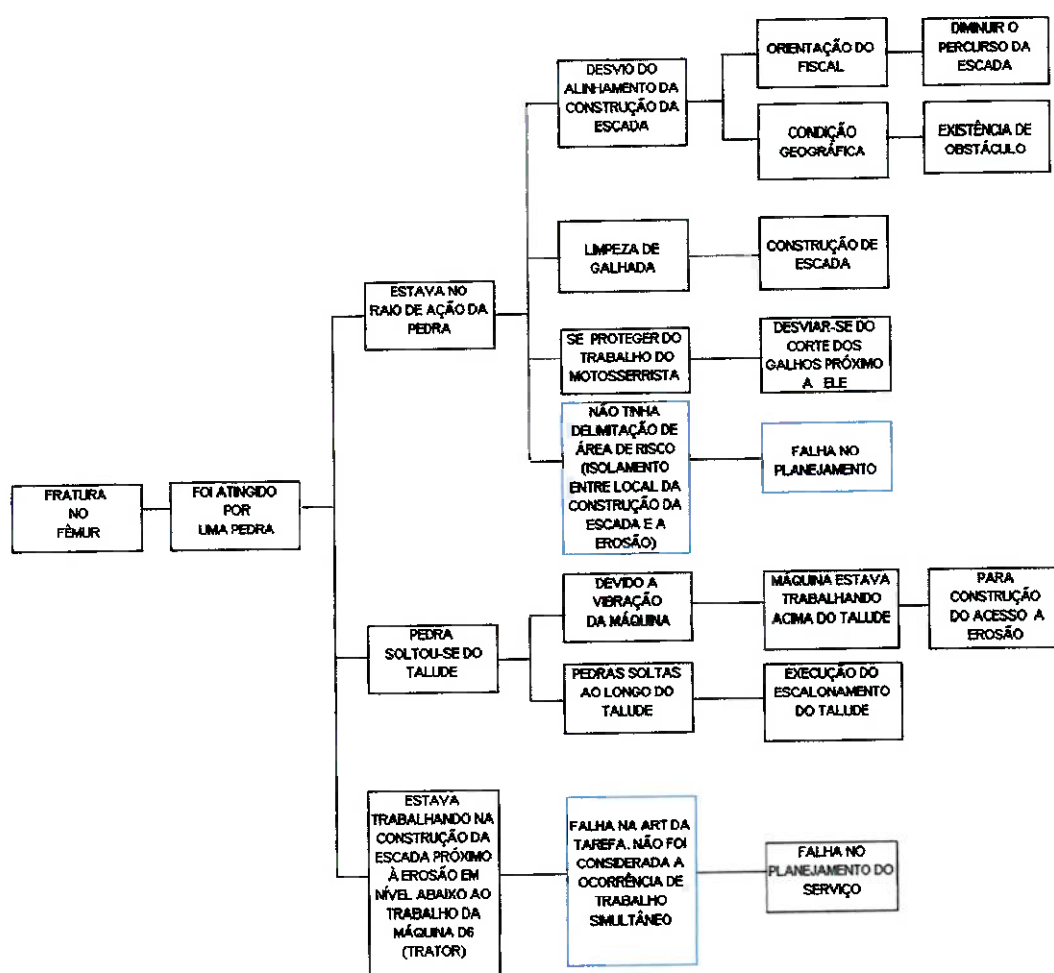


Figura 17 – Árvore de falhas. Fonte: Relatório de investigação de acidente da Mavefer Engenharia, 2005.

Em uma das reuniões realizada pela comissão, os trabalhadores relataram que os responsáveis pelo resgate, após serem acionados, demoraram significativamente para

chegar ao local, gastaram 03 (três) vezes mais tempo que o normal. Questionados pelos presentes no local do acidente sobre a razão de sua demora, argumentaram que tiveram dificuldade em achar o caminho por se tratar de área de difícil acesso. Esse dado, pelo fato de não ter correlação direta como agente causador do acidente, acabou sendo relegado ao segundo plano para ser verificado em outra ocasião, o que acabou não acontecendo.

Vários trabalhadores transitam, diariamente, pelos inúmeros acessos abertos no meio da floresta, realizando as mais diversas tarefas e muitas delas em locais bem mais remotos que o local onde ocorreu o acidente e caso novamente seja necessário a atuação da equipe de resgate, com certeza as mesmas dificuldades se repetirão.

3.1 Grupos de risco

Atualmente, somente da Mavefer Engenharia, cerca de 61 trabalhadores desenvolvem atividades laborais nesses locais, expostos diariamente às condições de risco apresentadas anteriormente.

Esse grupo de trabalhadores se divide pelos seguintes departamentos da MRN:

- Assessoria de Operações Florestais (TMF) = 28 trabalhadores;
- Departamento de Planejamento, Desenvolvimento e Controle (PDC) = 09 trabalhadores;
- Departamento de Planejamento, Desenvolvimento e Geologia (PDG) = 24 trabalhadores

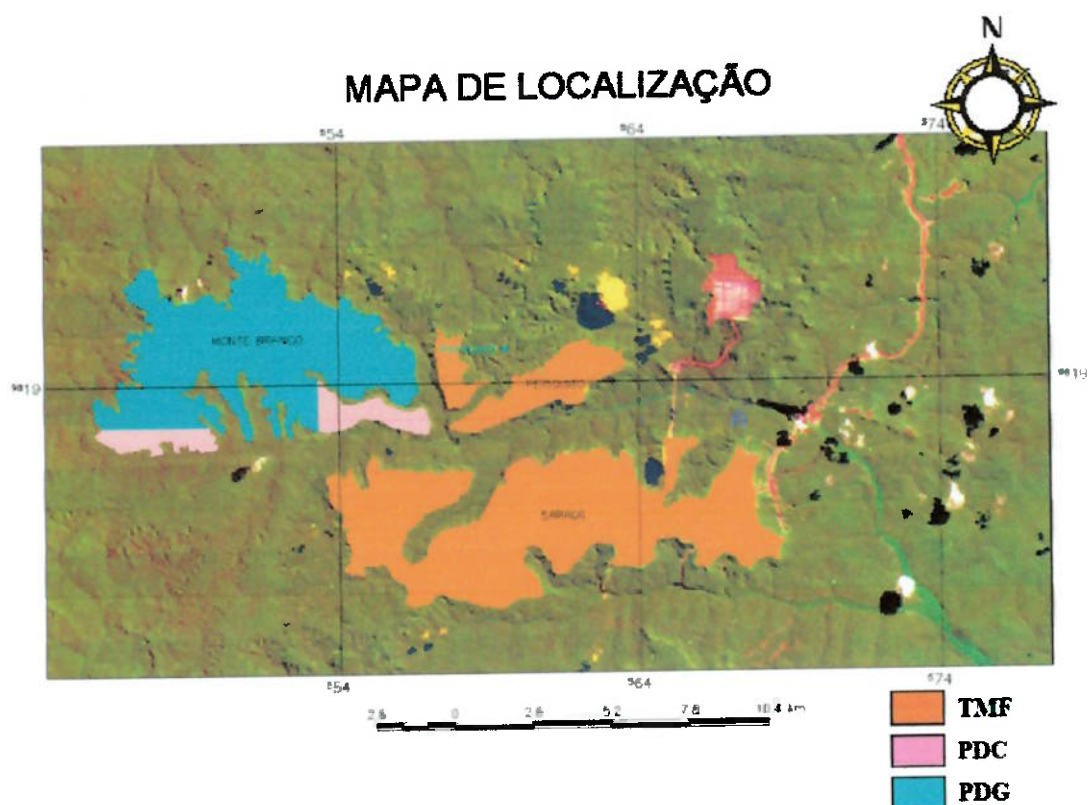


Figura 18 – Mapa de localização geral das equipes

O grupo de trabalhadores presta serviços nessas áreas desde junho de 2004, data da celebração do contrato de prestação de serviços entre a Mavefer Engenharia e a MRN. Até a presente data, ocorreram 14 acidentes com essa equipe, o que dá uma média de 4,67 acidentes/ano.

No gráfico a seguir é possível verificar a distribuição desses acidentes ao longo dos anos:

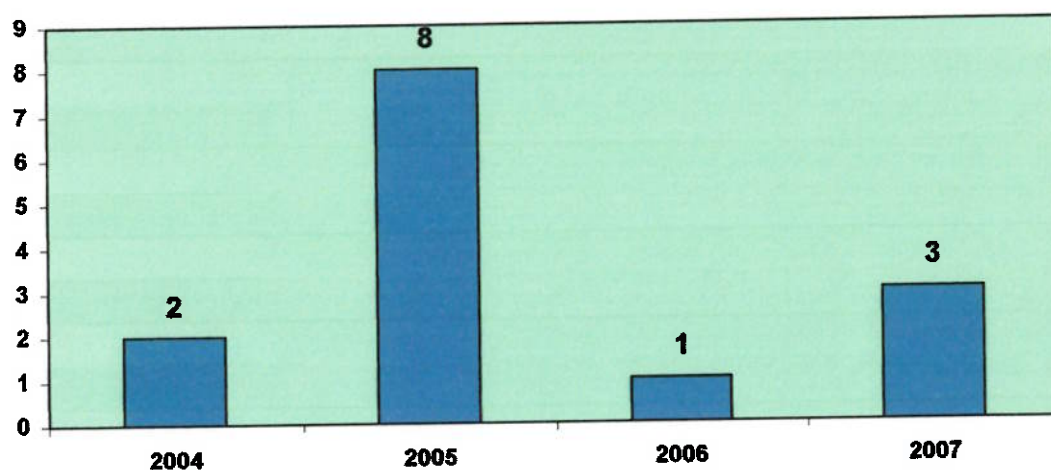


Figura 19 – Número de acidentes ocorridos com os funcionários da Mavefer Engenharia nas equipes do PDC, PDG e TMF por ano

Para melhor análise das ocorrências, os acidentes foram estratificados pelos 03 departamentos nos quais estão lotados os trabalhadores, conforme se vê a seguir:

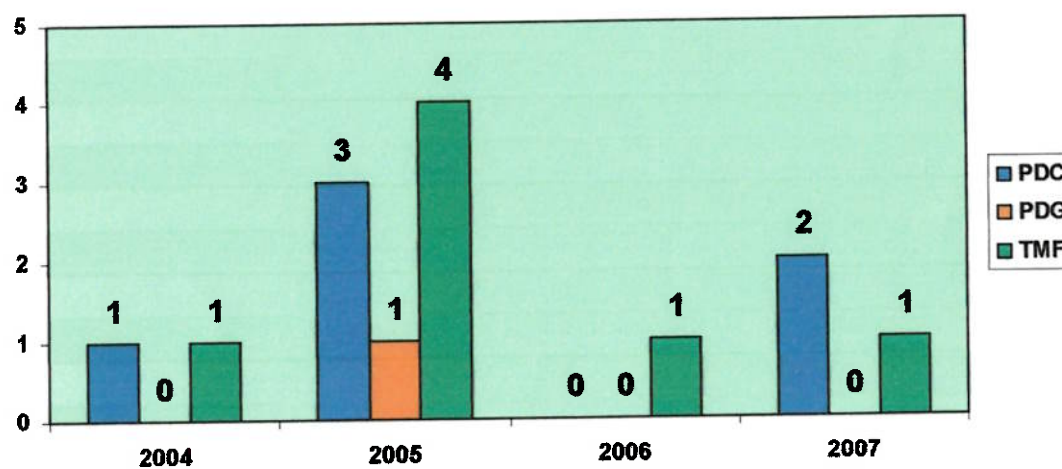


Figura 20 – Distribuição dos acidentes da Mavefer Engenharia por departamento.

Observando-se esse gráfico fica evidente a predominância de ocorrências no PDC e no TMF e também a concentração de acidentes no ano de 2005, ano em que ocorreu o caso apresentado anteriormente.

Ao se calcular a taxa de frequência dos acidentes para 1.000.000 de horas trabalhadas, considerando todos os tipos de acidentes ocorridos (sem afastamento e com afastamento), obtém-se os valores expressos no gráfico a seguir.

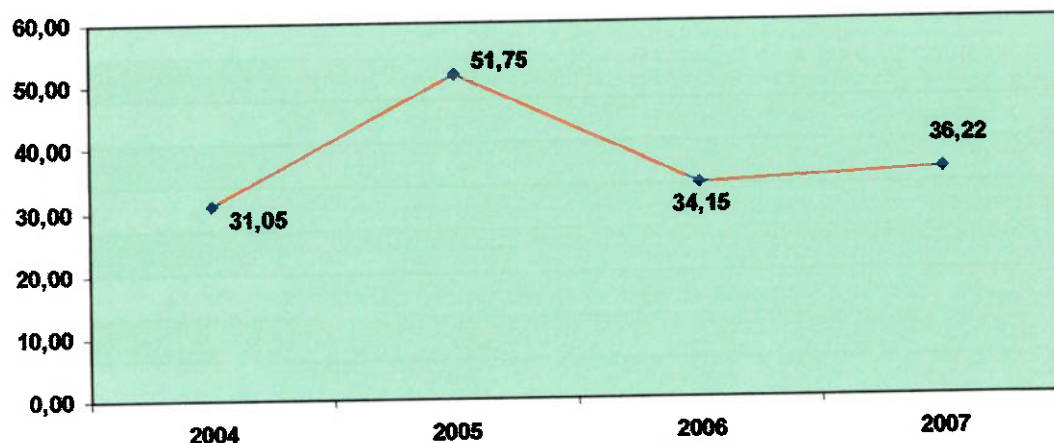


Figura 21 – Evolução da taxa de frequência dos acidentes da Mavefer Engenharia nas equipes do PDC, PDG e TMF.

Da análise dos dados apresentados, verifica-se que se trata de uma equipe de trabalhadores com significativa exposição a novas ocorrências e que essas podem ser agravadas em função da distância e da dificuldade de acesso ao local em que se desenvolvem as atividades laborais.

Nos tópicos seguintes são descritas, com maiores detalhes, as atividades desenvolvidas em cada departamento.

3.1.1 TMF – Assessoria de Operações Florestais

Responsável pelo monitoramento da drenagem pluvial das bordas de platô com o objetivo de evitar acidentes que gerem impactos ambientais.

Principais atividades

- Abertura de picada na mata para acesso aos locais de trabalho;

- Lançamento de tubulação de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) para drenagem das bordas de platô;
- Confeção de gabião para filtragem da água a ser lançada nos igarapés;
- Construção de dissipadores de energia para evitar erosões à jusante da tubulação de PEAD.



Figura 22 – Lançamento de tubulação para drenagem dos platôs.

3.1.2 PDC – Planejamento, Desenvolvimento e Controle – Serviços de Topografia

Responsável pelos serviços de topografia de apoio ao planejamento de longo prazo dos recursos minerais da Mineração Rio do Norte - MRN.

Principais atividades

- Abertura de picada na mata para acesso aos locais de trabalho;
- Locação topográfica;
- Demarcação de áreas.



Figura 23 – Serviços de topografia.

3.1.3 PDG – Planejamento, Desenvolvimento e Geologia

Responsável pelo planejamento de longo prazo dos recursos minerais da Mineração Rio do Norte – MRN.

Principais atividades

- Fechamento de poços de sondagem;
- Execução de furos de sondagem;
- Classificação e transporte de testemunhos;
- Análise e classificação de amostras;
- Armazenagem de amostras.



Figura 24 – Execução de furos de sondagem.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA DE APOIO

Para o presente trabalho optou-se pela utilização do programa SPRING 4.3.2¹³, desenvolvido pela DPI (Divisão de Processamento de Imagens) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) em São José dos Campos, São Paulo.

O SPRING 4.3.2 é completo na modelagem de dados geográficos, isto é, trata de dados temáticos (fenômenos qualitativos), mapas numéricos (superfícies), imagens (de qualquer sensor), mapas cadastrais (objetos com atributos na forma de linhas, pontos ou polígonos) e mapas de redes (objetos com atributos na forma de nós e linhas orientadas). O que diferencia o SPRING 4.3.2 de outros sistemas são os algoritmos disponíveis para cada modelo de dados além do próprio modelo que integra em um único programa as ferramentas para manipular dados de diferentes fontes.

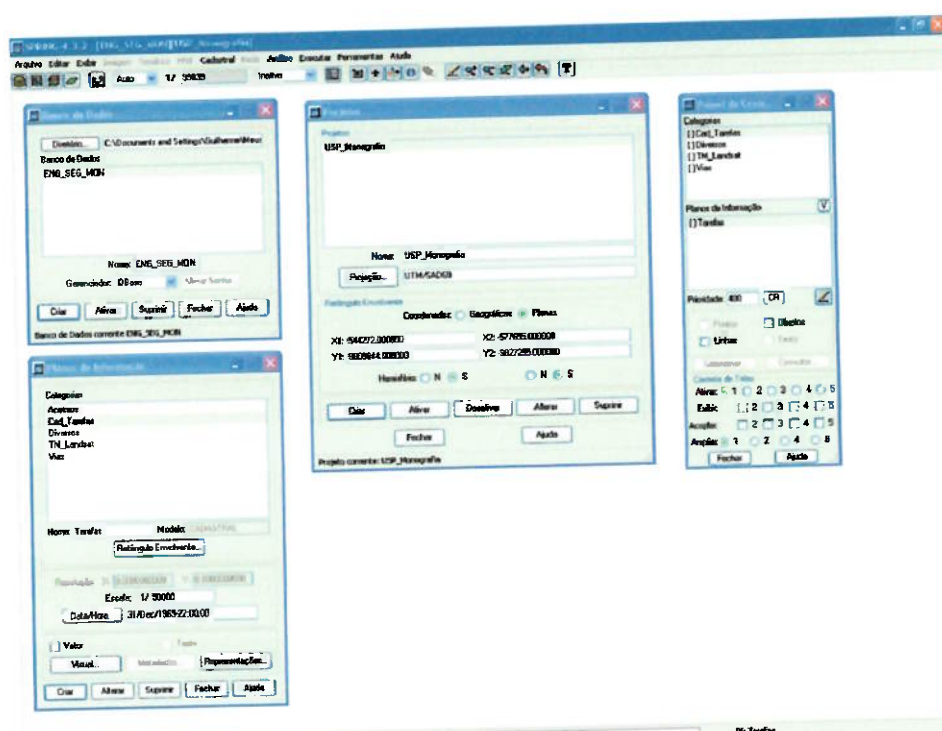


Figura 25 – Tela inicial do Software SPRING 4.3.2.

¹³ Pode ser obtido gratuitamente pelo site www.dpi.inpe.br/spring. O usuário pode fazer download do programa ou comprar um CD-ROM a preço de produção da mídia, além de ter suporte através do e-mail spring@dpi.inpe.br

4.1 Consulta a banco de dados

A forma usual de ligação entre um sistema de informação geográfica e um banco de dados relacional é através de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional, chamado modelo "*geo-relacional*": Os componentes espacial e descritivo do objeto geográfico são armazenados separadamente. Os atributos convencionais são guardados no banco de dados (na forma de tabelas) e os dados espaciais são tratados por um sistema exclusivamente desenvolvido para vetores. A conexão é feita por identificadores de objetos.

Para recuperar um objeto, os dois subsistemas devem ser pesquisados e a resposta é uma composição de resultados. Esta arquitetura é ilustrada na figura a seguir.

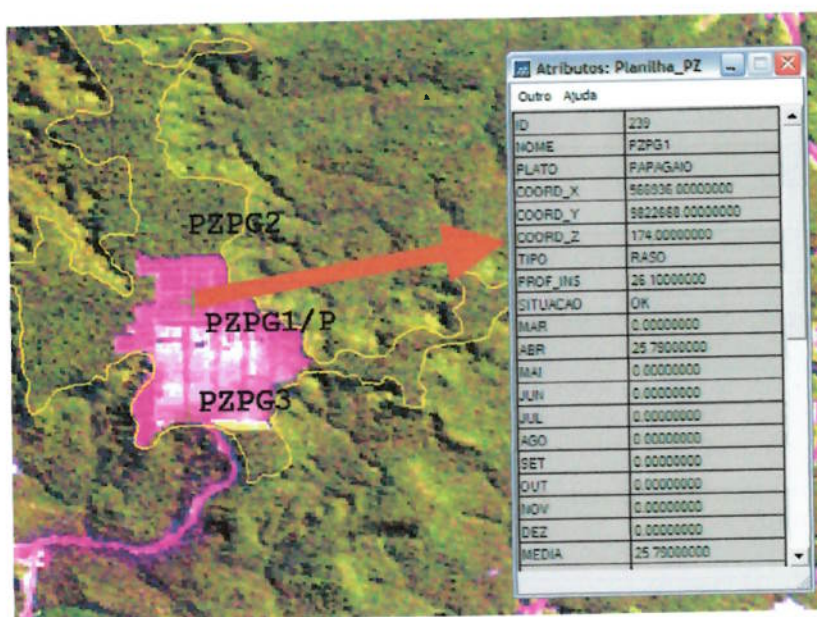


Figura 26 – Exemplo de consulta espacial para os pontos do platô Papagaio.

Nesse exemplo o usuário deverá inicialmente definir uma categoria Cadastral, um Objeto e seus atributos. O arquivo de linhas será importado, mas a identificação dos objetos ficará a critério do usuário. No ANEXO A encontram-se as definições do modelo cadastral e objeto, bem como a elaboração do mapa cadastral e de identificação de objetos no ANEXO B.

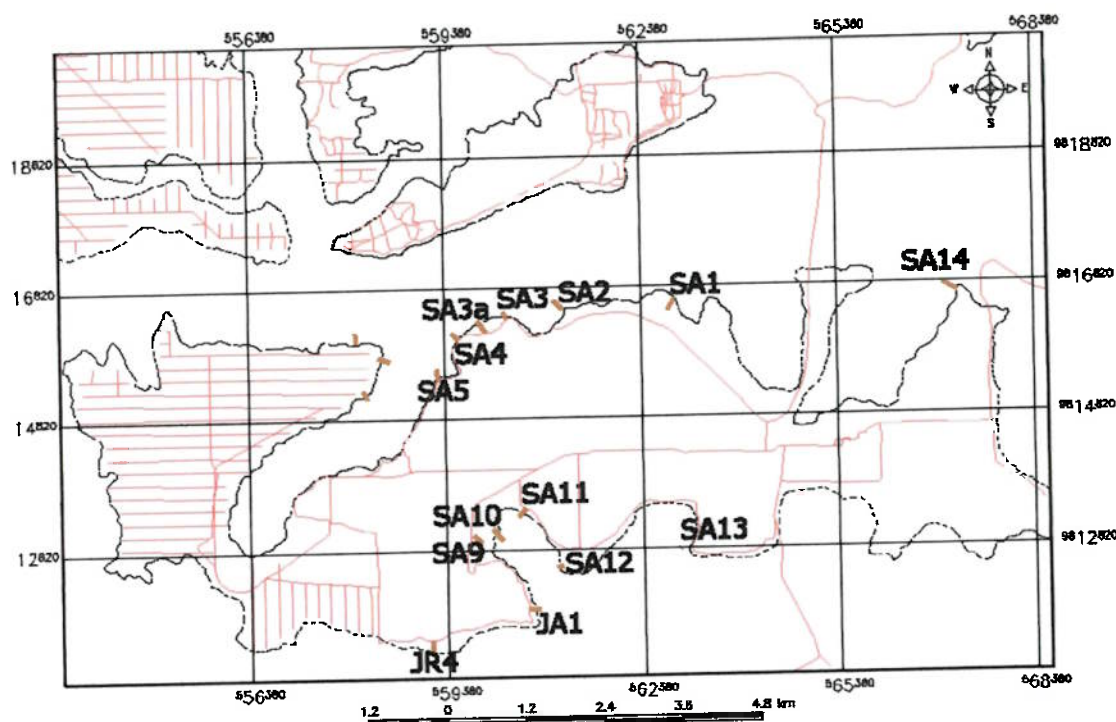


Figura 27 – Mapa de localização das tubulações.

SA – Drenos de água do setor Saracá
 JA – Drenos de água do setor Jacaré
 JR – Drenos de água do setor Jamari

4.2 Consultas sobre os objetos editados

As funções de consultas sobre um mapa de objetos iniciam-se com uma seleção no **“Painel de Controle”**, passando pela criação de uma **Coleção de Objetos e Controle de Visualização**. A partir do Controle de Visualização o usuário terá acesso aos módulos de **Consulta, Consulta Espacial, Agrupamento e Tabela**. Com os objetos na **Tela de Visualização** o usuário pode consultar o módulo **Atributos/Foto/URL** e através do módulo **Tabela** pode-se salvar o conteúdo da mesma, gerar outras coleções ou planos temáticos. A figura a seguir mostra o relacionamento entre esses módulos, assim como os possíveis caminhos que o usuário pode seguir ao realizar uma consulta sobre seus objetos.

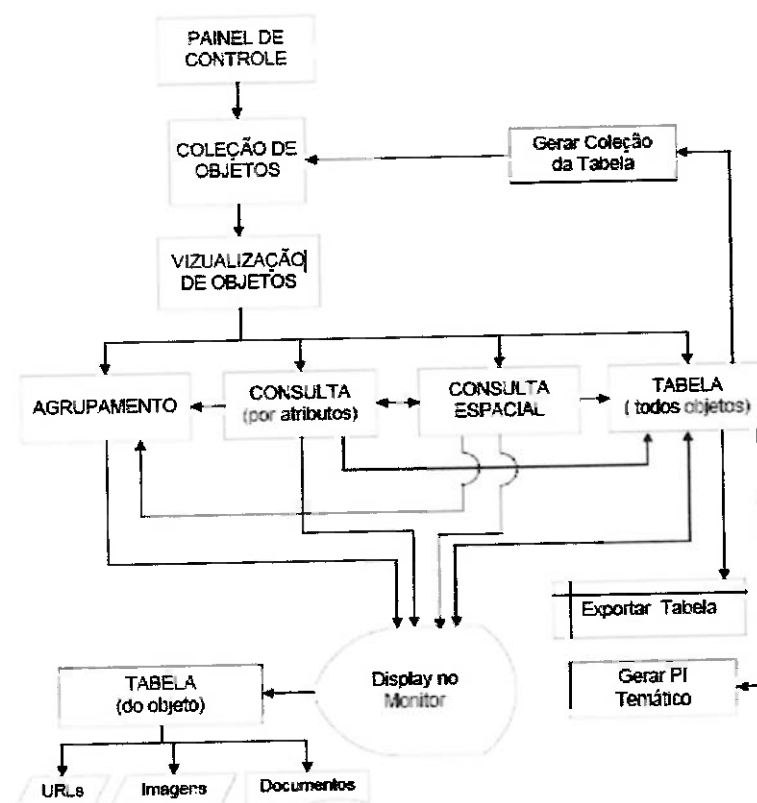


Figura 28 – Fluxograma de pesquisa e consulta de dados e atributos. Fonte: Tutorial de treinamento do SPRING, módulo 9.

A figura acima mostra que existe uma dependência e uma sequência a ser seguida entre os módulos de consulta (veja exemplos de consulta no final desse capítulo). A seguir descreve-se como o usuário deve proceder na utilização de cada um dos módulos:

1. No **“Painel de Controle”** o usuário deve definir quais serão os Planos de Informação (PI's) a serem apresentados na área de desenho e especialmente ativar o PI cadastral ou redes a ser consultado;
2. Sobre o PI ativo escolhido deve-se escolher uma categoria de objeto a ser consultada. Nessa categoria pode-se trabalhar com todos (opção **TUDO**) os objetos presentes no mapa ou se desejar criar uma **coleção**;
3. No módulo de **Controle de Visualização de Objetos** que tem a função de comandar a visualização das categorias de objetos contidas em um PI cadastral ou redes. Caso uma **coleção** seja definida e aplicada, somente a categoria de objetos correspondente estará disponível neste módulo. Basicamente se controla como e quais objetos serão visualizados. Além

desses controles esse módulo é responsável pelo controle de exibição de legendas e pelo controle de ordenamento da sequência de apresentação gráfica assim como para determinar qual categoria de objetos deve ser consultada, agrupada ou visualizada em forma tabular. O módulo também determina qual categoria de objetos está ativa para ser apontada e analisada sobre a tela.

4. Os módulos de **Consulta**, **Consulta Espacial**, **Agrupamento** e **Tabela** modificam a forma de apresentação gráfica do objeto consultado. Observe na figura 28 que todos os módulos refletem uma apresentação na tela do monitor que pode ser a partir da coleção de objetos ou da pré-seleção por outro módulo. A sequência de operações é importante para obter o resultado desejado.

- **Consulta**: seleciona os objetos que satisfazem a certa condição imposta pelo usuário com base em seus atributos descritivos, podendo combinar vários atributos na mesma expressão. O resultado com os objetos selecionados são apresentados no monitor e no módulo **tabela**, que podem ainda ser utilizados pelo o módulo **agrupamento** ou **consulta espacial**;
- **Consulta Espacial**: seleciona os objetos com base em seus relacionamentos **topológicos**, **direcionais** ou **métricos** com outros objetos, da mesma categoria ou não, no mesmo Plano de Informação (PI) ou não. O resultado com os objetos selecionados são apresentados no monitor e no módulo **tabela**, que podem ainda serem utilizados pelo módulo **agrupamento** ou **consulta** por atributos;
- **Agrupamento**: forma grupos de objetos geográficos em função de seus atributos descritivos a partir dos objetos definidos na coleção ou pré-selecionados por uma consulta por atributos, consulta espacial ou ambas. O resultado é apresentado somente na tela do monitor com a codificação de cores definida para cada grupo. Pode-se ainda gerar gráficos de barras ou pizza para cada objeto;
- **Tabela**: exhibe todos os atributos de uma categoria de objetos, inclusive de uma tabela não-espacial que tenha sido relacionada anteriormente. Os

objetos apresentados em cada linha da tabela refletem o conjunto de objetos definidos na coleção ou posteriormente selecionados por uma consulta por atributos ou consulta espacial. Um objeto pode ser apontado na tela do monitor e ser destacado na tabela ou vice-versa. Análises gráficas e estatísticas podem ser definidas sobre atributos numéricos. Pode-se ainda salvar o conteúdo da tabela em arquivos textos, gerar coleções dos objetos apresentados ou ainda um PI temático dos objetos listados na tabela.

O ANEXO C apresenta a lógica deste tópico.

5 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas duas simulações de ocorrências de acidentes utilizando-se o programa. As simulações serão realizadas em dois dos três grupos de risco definidos anteriormente para avaliação dos resultados obtidos.

Cabe salientar que as simulações visam verificar se as respostas do programa atendem, de forma satisfatória, às necessidades de informação sobre os pontos de localização e a rota de menor percurso que leve a estes pontos evitando a perda de tempo pelo desconhecimento do melhor caminho.

Será utilizado um mapa cadastral de acessos chamado **Tarefas (Cad_Tarefas)**, e seus atributos descritivos. Outro mapa disponível disponibiliza os **Acessos (Vias)** que as equipes de trabalho utilizam para se deslocarem até os locais de trabalho. Nas simulações a seguir serão analisados os relacionamentos espaciais entre os mapas. Os objetos destes mapas têm os seguintes atributos descritivos (que são os mesmos utilizados nos mapas citados acima):

- **Locais** = rótulo, denominação do local de trabalho (NOME), gerência responsável pelo serviço (GERENCIA), setor a que esta gerência esta subordinada (SETOR), platô onde esta sendo executado o serviço (PLATO).
- **Acessos** = rótulo e nome somente

Além das duas tabelas de objetos descritas acima, encontra-se disponível uma tabela não-espacial (**Perigos e Riscos**) conectada ao mapa **ACESSOS** que fornece informações sobre as planilhas de perigos e riscos utilizadas pelas gerências da MRN.

⇒ **Iniciando o SPRING:**

- # *Iniciar – Programas – Spring 4.3.2*

- [Arquivo] [Banco de Dados...] ou botão 

Banco de Dados

- (Diretório...) *selecionar o caminho d:\ USP_ENG_SEGURANÇA*
- (Banco de Dados | ENG_SEG_MON)
- (Ativar) *Responda Sim caso tenha outro Banco/Projeto ativo.*

- [Arquivo] [Projeto...] ou botão 

Projetos

- (Projetos | USP_Monografia)
- (Ativar)

5.1 Simulação 01 - Acidente ocorrido na equipe do TMF

Ocorre um acidente durante a descida de tubulação na área do **Platô Saracá**. Esse acidente foi na tubulação **JA1**. Note que só foram repassadas para o despacho da mina as informações: **Platô Saracá e JA1**. É preciso saber a localização do acidente, assim como o caminho mais rápido para a chegada da ambulância.

Executando uma consulta por atributos para determinar a localização do acidente (ANEXO D), pode-se observar que na janela **Tabela: Locais e no mapa** encontra-se o objeto que atende à expressão de consulta. (Figura 29).

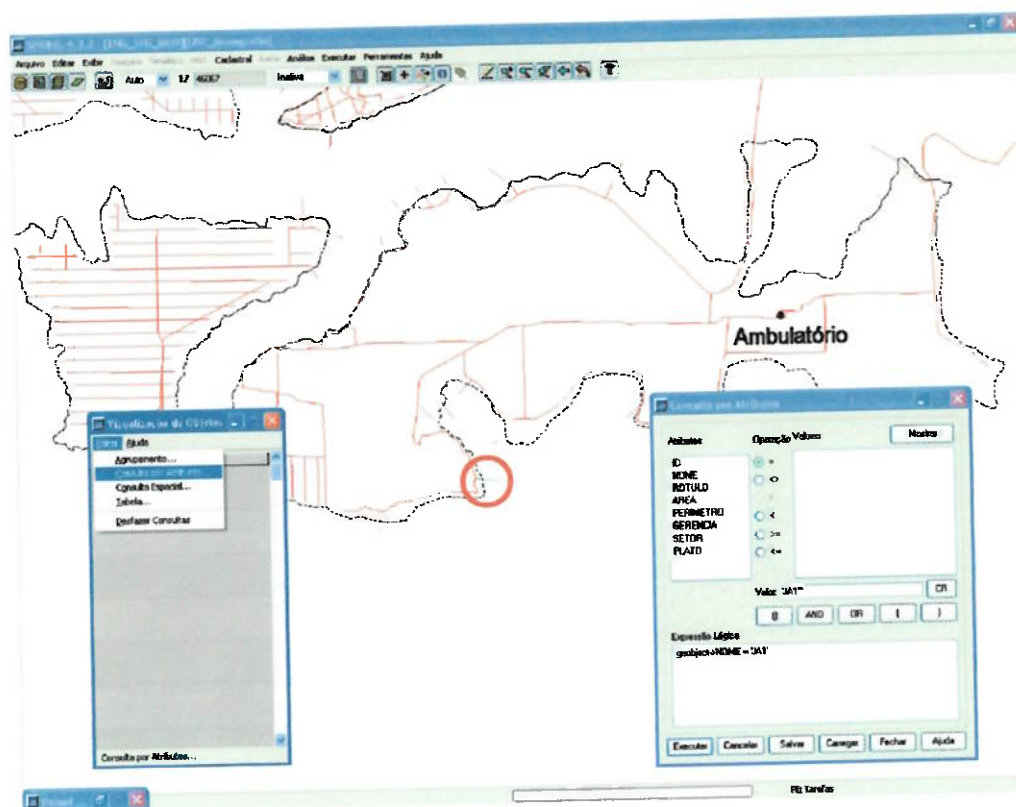


Figura 29 - Mapa de localização do acidente na tubulação JA1 do Platô Saracá.

Observa-se que na tela encontra-se destacado o objeto que atende a consulta.

Após esta etapa é destacando o melhor caminho com a menor distância (linha pontilhada azul) (figura 30). Mostrando uma tabela com a distância a ser percorrida, na simulação tivemos **8.291 metros** (ANEXO D)

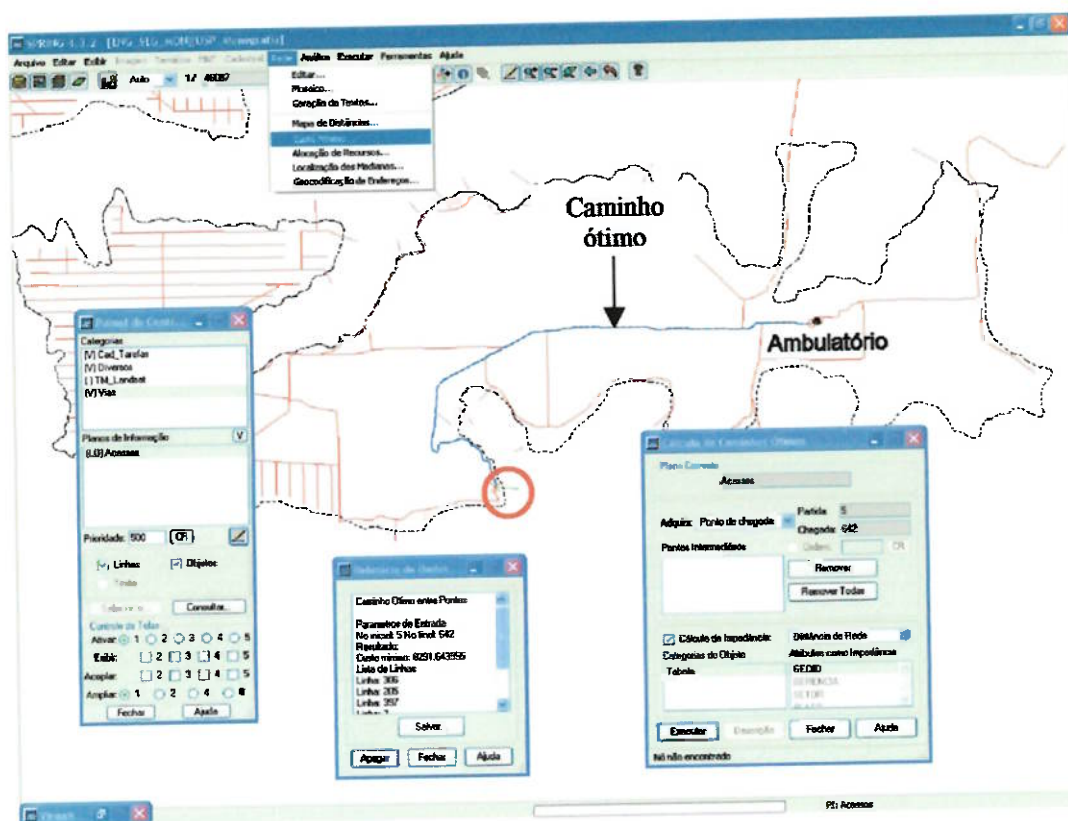


Figura 30 - Mapa de melhor caminho para acesso à tubulação JA1 no Platô Saracá.

A visualização de planilhas externas é feita clicando em cima do item e escolhendo o tipo de planilha que se fez a associação para consulta.

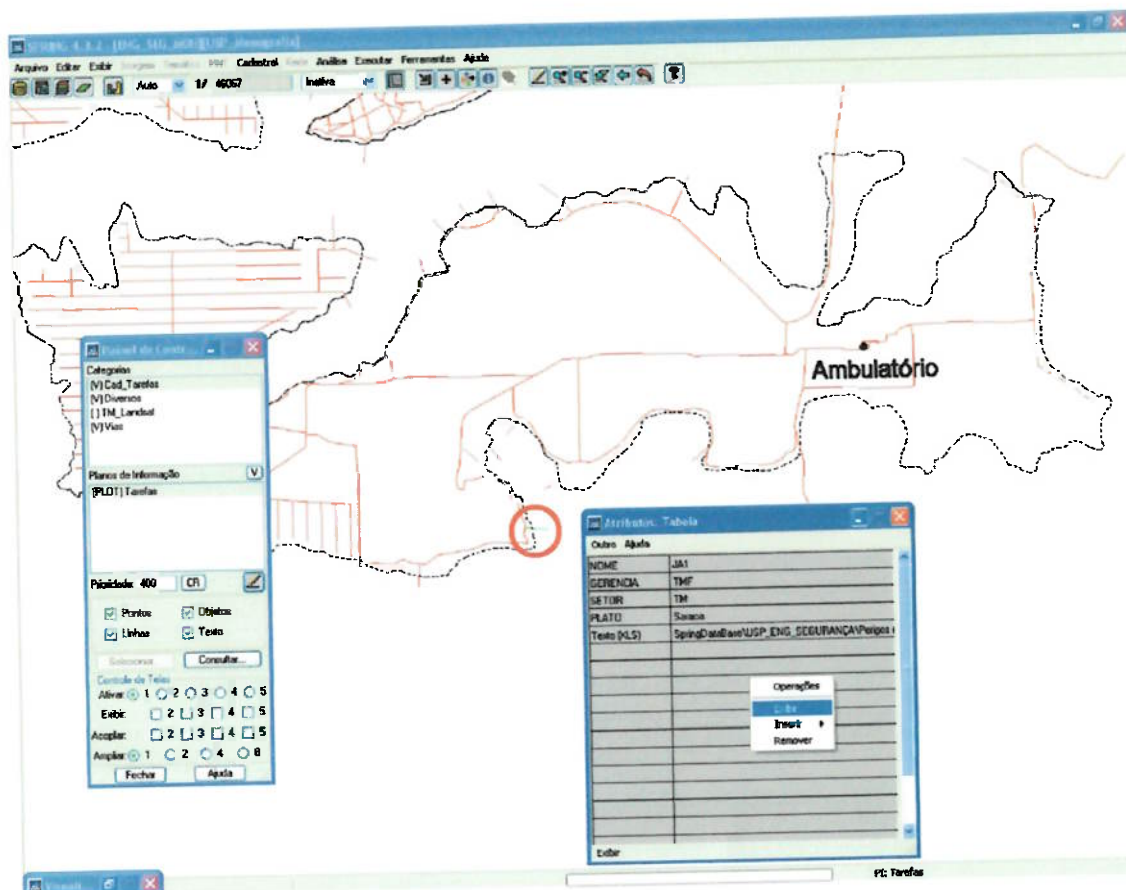


Figura 31 - Consulta à planilha de perigos e riscos relativa às atividades desenvolvidas na tubulação JA1 do Platô Saracá.

5.2 Simulação 02 – Acidente ocorrido na equipe do PDC

A equipe de topografia do PDC que desenvolve as locações dos furos de sondagem no platô Monte Branco teve um de seus colaboradores picado por uma vespa e o mesmo está sofrendo uma reação alérgica. Pelo rádio é informado que o acidente ocorreu quando estavam terminando de fazer a marcação do acesso próximo ao furo 864. Observe que são fornecidas informações importantes como o local e a gerência responsável pelo serviço

Todos os passos são semelhantes aos descritos na simulação anterior, sendo que primeiramente fazemos uma consulta por atributos para determinar a localização do acidente (ANEXO E), pode-se observar que na janela Tabela: Locais e no mapa encontra-se o objeto que atende à expressão de consulta (figura 32).

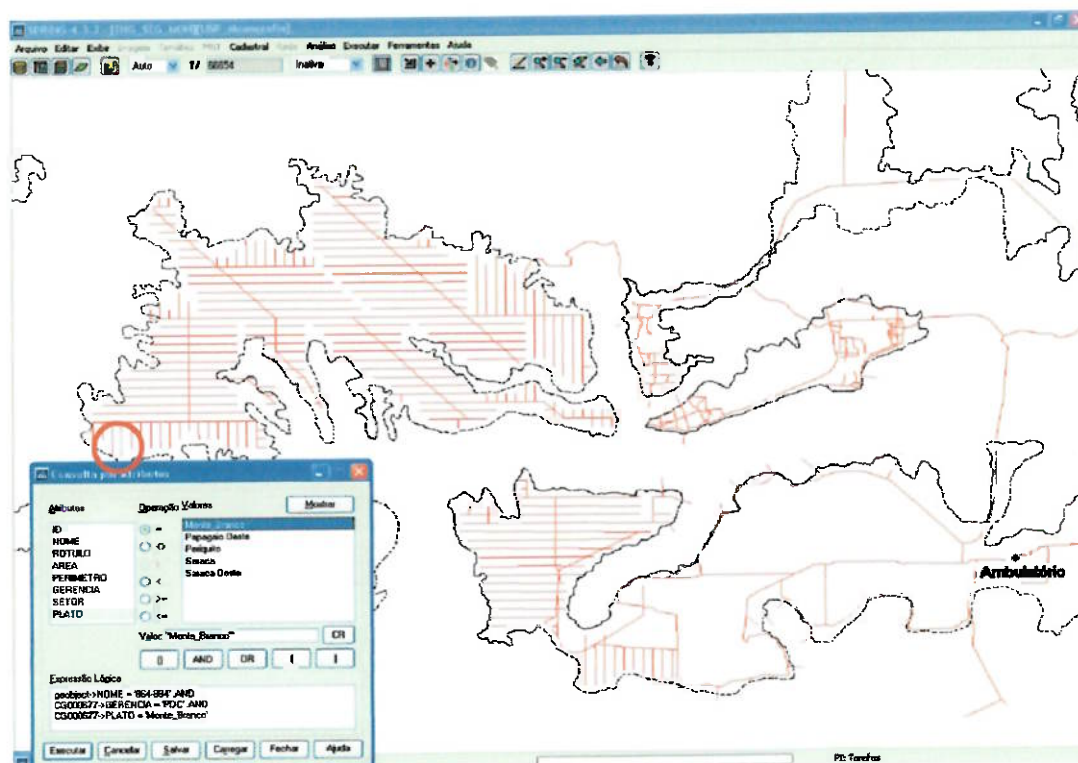


Figura 32 - Mapa de localização do acidente próximo ao furo 864 no Platô Monte Branco.

Observa-se que na tela encontra-se destacado o objeto que atende a consulta.

Em seguida gera-se um mapa destacando o melhor caminho com a menor distância (linha pontilhada azul) (figura 33), no qual é calculada a distância a ser percorrida para o atendimento, que nesta simulação seria de **31.810 metros**.

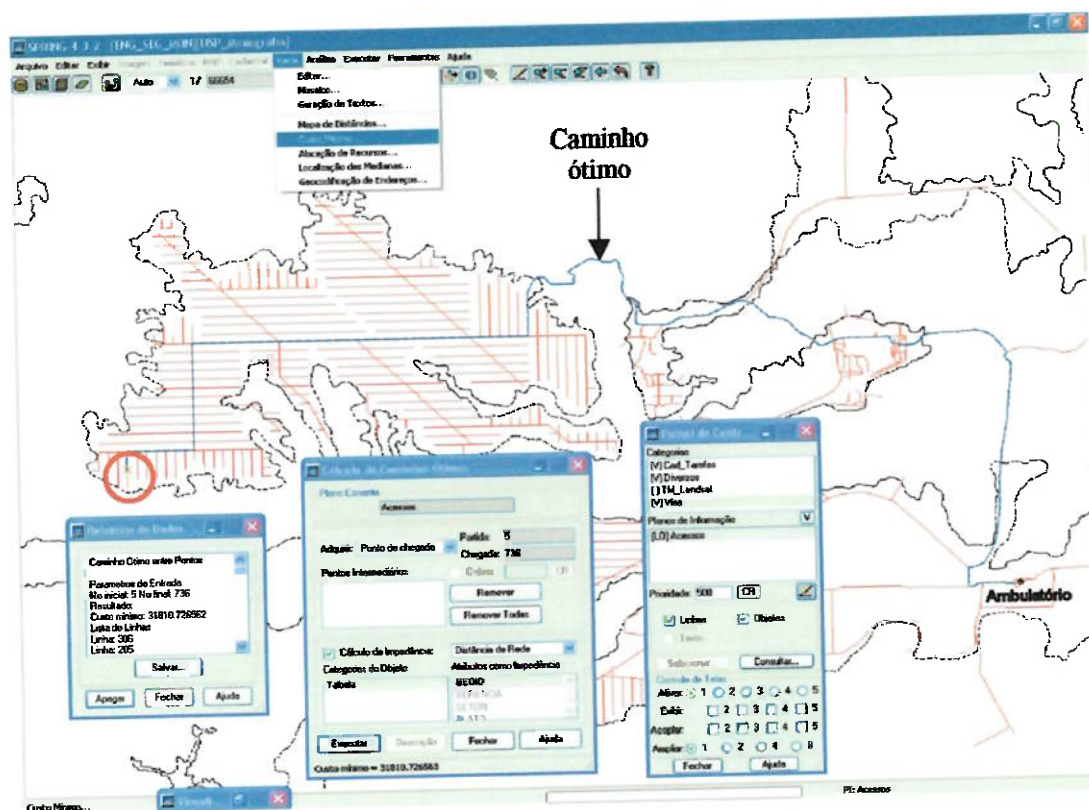


Figura 33 - Mapa de melhor caminho para acesso ao furo 864 do Platô Monte Branco.

Clicando-se com o botão direito do mouse na representação que se deseja consultar, é aberta a planilha de Perigos e Riscos relativos às atividades desenvolvidas no local do acidente. (Figura 34)

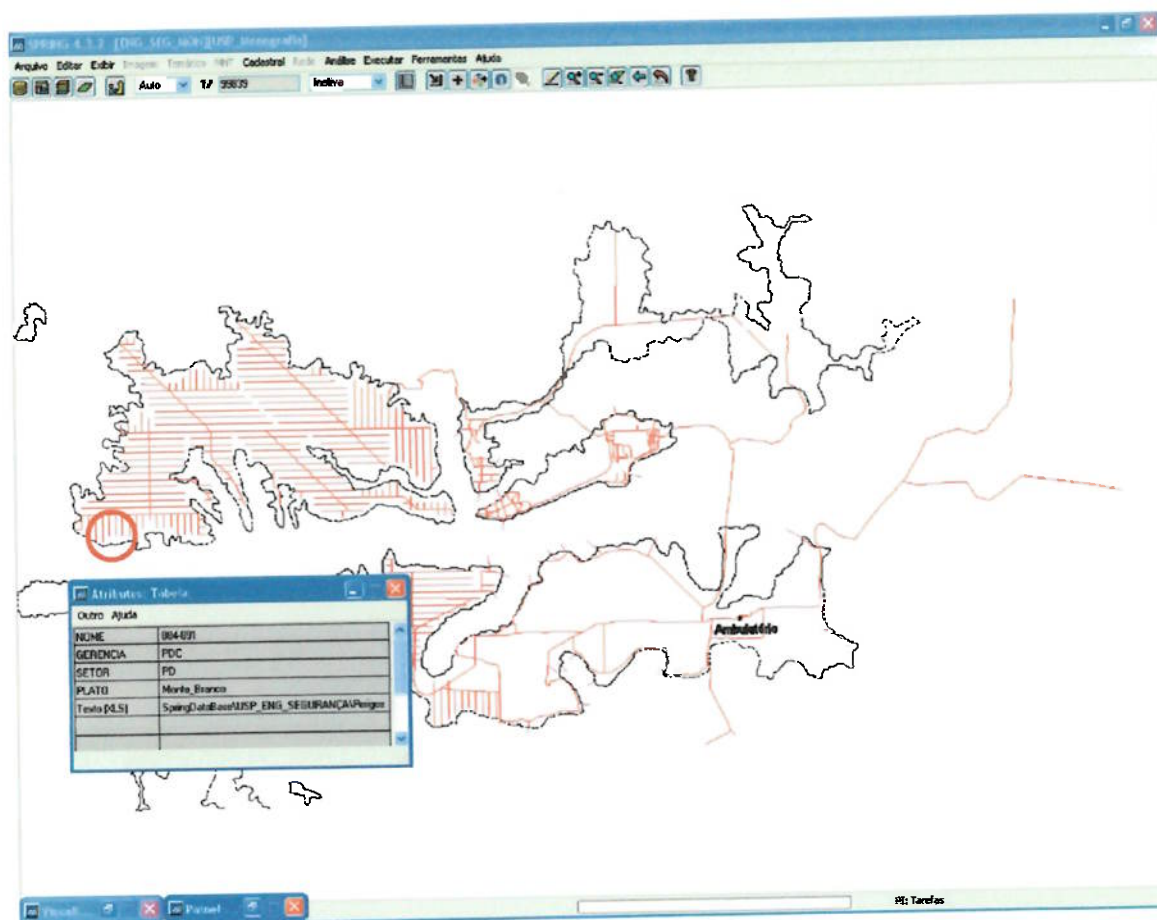


Figura 34 - Consulta a planilha de perigos e riscos relativa às atividades desenvolvidas no furo 864 do Platô Monte Branco

A partir da análise das simulações realizadas fica evidente a simplicidade dos dados necessários para a alimentação do sistema e a geração dos mapas que fornecem a localização, o melhor caminho e a distância a ser percorrida. Este fato é muito significativo, pois é sabido que em situações de emergência as pessoas tendem a ficar nervosas e apresentam dificuldades para tomar decisões e retransmitir informações com precisão.

As simulações também permitiram verificar que as respostas do programa atendem, de forma satisfatória, as necessidades de informação sobre a localização e a melhor rota que leve até as equipes de trabalho, impedindo, desta forma, que se perca tempo por não conhecer o menor percurso.

6 CONSIDERACOES FINAIS

O sistema desenvolvido foi baseado no programa SPRING 4.3.2 e apresenta a interface entre mapas (redes) e tabelas que geram informações para a localização das equipes de trabalho nas áreas de mineração da MRN na floresta amazônica.

O desenvolvimento desta ferramenta de localização pode ser feito a partir de outros programas existentes no mercado, no entanto a relação custo-benefício é uma das características que pesam a favor do SPRING, isto porque ele pode ser obtido gratuitamente na rede e conta com o suporte técnico do INPE.

Para que a ferramenta alcance com sucesso o objetivo para o qual foi desenvolvida, é necessário que a equipe de campo interaja constantemente com os operadores do sistema, passando informações sobre as condições das vias de acesso, como por exemplo: árvores caídas impedindo o trânsito, erosões na estrada, grandes poças de lama e etc., para que desta forma o sistema esteja sempre atualizado.

7 CONCLUSÃO

A política de segurança e saúde do trabalho é um dos principais requisitos do modelo de sistema de gestão baseado na OHSAS 18001, isto se deve ao fato de que é através dela que a alta administração da organização divulga publicamente para os seus colaboradores, e demais partes interessadas, o seu comprometimento com a melhoria do desempenho da segurança e saúde do trabalho.

A melhoria contínua é um compromisso que deve ser claramente expresso na política de segurança e saúde do trabalho, pois é através dela que o sistema de gestão vai evoluir em busca de novos níveis de desempenho.

No quarto parágrafo da Política de Saúde e Segurança, tanto da Mavefer Engenharia quanto da MRN, é expresso de forma clara e inequívoca que esse objetivo deve ser buscado através de alguns meios entre os quais a utilização de tecnologias.

Os autores deste trabalho, motivados por este compromisso público das organizações das quais fazem parte, tendo identificado uma oportunidade de melhoria no sistema de gestão de SST através da investigação de um acidente na qual ficou evidente a dificuldade da equipe de resgate em acessar o local da ocorrência, apresentaram uma proposta de utilização do Sistema de Informação Geográfica como instrumento de apoio ao atendimento a situações de emergência.

A aplicação desta ferramenta, particularmente para as equipes identificadas anteriormente como grupos de risco em função do ambiente em que desenvolvem suas atividades e da exposição à ocorrência de acidentes como demonstrado pelos gráficos, será de grande importância para tornar as atividades mais seguras.

O sistema permite que em uma situação de emergência através do fornecimento mínimo de informações pela equipe de campo, como nome do platô e local do furo sejam gerados mapas de localização e traçada a melhor rota, ou seja, o menor percurso para se chegar ao local, indicando inclusive a distância a ser percorrida.

A fase seguinte no desenvolvimento desse estudo consiste na implantação dessa ferramenta nas áreas em que se identificaram as oportunidades de melhoria. Então será possível medir de forma efetiva de que maneira ocorre a interação entre os usuários e o sistema e também corrigir eventuais desvios que possam surgir na utilização da ferramenta.

O caráter dinâmico do sistema permitirá, após o treinamento adequado da equipe de resgate que incluirá simulados, que essas possam realimentá-lo com as alterações verificadas no dia-a-dia, fazendo com que o sistema entre num processo de melhoria contínua.

LISTA DE REFERÊNCIAS

AQUINO, J. D. **Administração aplicada à engenharia de segurança do trabalho**. São Paulo: Poli - USP, 2005. 42 p.

BARREIROS, D. **Introdução à engenharia de segurança do trabalho**. São Paulo: Poli - USP, 2005. 137p.

BARROS FILHO, A. M. **Uma contribuição para melhoria da gestão de segurança do trabalho, em obras de atividade intensa, diversificada e de média ou curta duração**. 2005. 85p. Monografia (Especialização) - Centro de Economia e Administração, Faculdade de Administração, Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, 2003.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **Occupational health and safety management systems – specification OHSAS 18001**. London: BSI, 1999

CÂMARA, G ; AGUIAR, A.P. (eds.), **SPRING Programming Manual**. São José dos Campos: INPE, 1996.

CAMARA G; SOUZA, RCM; FREITAS, UM; GARRIDO J. **SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling**. *Computers & Graphics*, v. 20, n. 3, p. 395-403, Maio/Jun 1996.

DECANINI, M. M. S. Sig no Planejamento de Trilhas no Parque Estadual de Campos do Jordão. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 53, p. 97-110, dez. 2001.

GONÇALVES, P. R. **Sistema de informação geográfica para apoio a decisão ao combate a incêndio**. 2005. 154 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.

KIFFER, C. R. V.; MONTEIRO, A. M. V. **Geoprocessamento e Saúde: Problemas, Métodos e Aplicações**. Instituto Fleury de Ensino e Pesquisa, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/~miguel/cursoemilioribas/SlidesAulas/Modulo1_AnaEspSaud.pdf> Acesso em: 17 maio 2006.

MAXIMINIANO, A. C. A. **Introdução à Administração**. 5.ed. rev. ampl. São Paulo: Atlas, 2000.

MAVEFER ENGENHARIA. Relatório de investigação de acidente: funcionário Joilson Henrique da Silva. Porto Trombetas: Mavefer Engenharia, 2005.

MOTTA, F. C. P.; VASCONCELOS, I. F. G. de. **Teoria geral da administração**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

SIMÕES, R. A. G. **Gerência de Riscos**. São Paulo: Poli - USP, 2006. 253 p.

SOUZA, V. C. O. ; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R. Uso do Sistema de Informação Geográfica para a Implementação de um Banco de Dados da Cafeicultura Mineira e sua Divulgação via WEB. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, 2, Belo Horizonte, 2005. **Anais eletrônicos...**Belo Horizonte: SBC, 2005. Disponível em:
<<http://www.sbc.org.br/bibliotecadigital/?module=Public&action=SearchResult&author=99>>. Acesso em: 02 fev. 2007

THOMAZ, R. C. C. Aplicação de SIG em Programas de Investigação Arqueológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, UFSC, 2000. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: UFSC, 2000. Disponível em: < http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2000/185/185.htm>. Acesso em: 02 fev. 2007.

GLOSSÁRIO

CAD (Computer Aided Drafting): Técnicas para entrada de dados, exibição, visualização representação em 2D e 3D, manipulação e representação de objetos gráficos, etc.

Delaunay: Metodologia utilizada para criação de uma grade irregular, este procedimento é utilizado como um incremental, onde os pontos são inseridos um a um na triangulação, modificando o padrão existente e executando testes nos triângulos gerados com seus vizinhos. Na última fase do processo, todos os triângulos são testados e modificados, se necessário, para respeitar as restrições do método.

Gabião: Dispositivo de engenharia, geralmente utilizado para contenção de encostas ou como filtro, construído com redes de malha hexagonal de arames galvanizados em forma de caixa e preenchidos com pedra de mão.

Jusante: Termo utilizado para referenciar a parte final, em relação a um ponto de referência, do sentido em que fluem as águas de uma corrente fluvial.

PEAD: Polietileno de alta densidade. É um tipo de termoplástico. O termoplástico é o polímero que, quando elevada a sua temperatura, este material aumenta a sua maleabilidade chegando a um ponto semelhante a materiais fundidos.

Platô: Elevação topográfica com topo plano, normalmente com uma pequena declividade, inferior a 5° e altitude de 160 a 200 metros em relação ao nível do mar.

ANEXO A - DEFINIÇÕES DO MODELO CADASTRAL E OBJETO

⇒ *Criando categoria cadastral e Objeto:*

- # Iniciar – Programas – Spring 4.3.2

SPRING

- Ativar banco de dados ENG_SEG_MON

- Ativar projeto USP_Monografia

- [Arquivo] [Modelo de Dados...] ou botão 

Modelo de Dados

- {Categorias - Nome: Locais} - (Modelo ⇔ Objeto) - (Criar)
- {Categorias - Nome: Cad_Tarefas} - (Modelo ⇔ Cadastral)
- (Criar)
- (Executar) - para armazenar as categorias criadas.

⇒ *Definindo atributos da categoria Objeto*

SPRING

- [Arquivo] [Modelo de Dados...] ou botão 

Modelo de Dados

- (Categorias ⇔ Locais)
- (Atributos...)

Definindo atributos do tipo texto

- {Nome: GERENCIA} – Obs.: Máximo de 8 caracteres
- (Tipo ⇔ Texto)
- (Inserir)
- {Nome: SETOR}
- (Tipo ⇔ Texto)
- (Inserir)
- {Nome: PLATO}
- (Tipo ⇔ Texto)

Encerrando definição de atributos da categoria Objeto

Modelo de Dados

- (Fechar)

ANEXO B – ELABORAÇÕES DO MAPA CADASTRAL E DE IDENTIFICAÇÃO DE OBJETOS

⇒ *Importando dados cadastrais:*

** Todos os arquivos estão disponíveis no CD em anexo.*

SPRING

- [Arquivo][Importar...]

Importação

-(Diretório...: D:\USP_SEG_SEGURANÇA \ ENG_SEG_MON \ USP_SEG_SEGURANÇA)

-(Formato | ASCII-SPRING: Acessos_NET)

-(Entidade ⇔ Linha com topologia), (Unidade ⇔ m), {Escala: 25.000}

- *Projeção e Retângulo Envolvente - Não necessários, assume do projeto ativo.*

- *Projeto*

**Não é necessário, assume do projeto ativo.*

-(Categoria...)

Lista de Categorias

-(Categorias: Cad_Tarefas) *nome da categoria criada acima.*

-(Executar)

Importação

-(PI: Tarefas) *nome do PI a ser criado.*

-(Executar)

-(Fechar)

⇒ *Editando Atributos do Objeto:*

Painel de Controle

-(Categorias | Cad_Tarefas)

-(Planos de Informação | Tarefas)

-(Linhas)

-(Desenhar) ou [Executar] [Desenhar] ou botão  no menu principal.

SPRING

- [Editar][Objeto...]

Editar Objetos

- (Classes de Objeto | Locais)
- {Rótulo: SA1}
- {Nome: SA1}
- (Modo Seleção $\Leftrightarrow$ Nome)
- (Criar)
- (Operação $\Leftrightarrow$ Associar)
- (Entidade $\Leftrightarrow$ Linha)
- * *Selecionar o objeto SA1 no plano visualizado – Obs.: Se a linha não for encontrada, criar a topologia para este plano.*
- (Atualizar)
- *Repetir para os outros objetos utilizando o mapa da figura 27.*

Editando os atributos do objeto

SPRING

- [Editar][Objeto...]
- Editar Objetos**
- (Classes de Objeto | Locais)
- (Modo Seleção $\Leftrightarrow$ Tela)
- Selecionar objeto no plano visualizado

$\Rightarrow$ ***Editando os atributos do objeto***

Editar Objetos

- (Atributos...)
- Atributos**
- (Atributos | GERENCIA)
- {Valor: TMF}
- (Atributos | SETOR)
- {Valor: TM}
- (Atributos | PLATO)
- {Valor: SARACA}
- (Executar)
- *Repetir os dois itens **Editar Objetos** acima para os outros objetos*

ANEXO C – LOGICA DE CONSULTAS SOBRE OS OBJETOS EDITADOS

⇒ *Consultando mapa de objetos do modelo cadastral:*

- # *Iniciar – Programas – Spring 4.3.2*

SPRING

- *Ativar banco de dados ENG_SEG_MON*

- *Ativar projeto USP_Monografia*

Painel de Controle

- (Categorias | Cad_Tarefas)

- (Planos de Informação | Tarefas)

- (Linhas), (Objetos)

- (Desenhar) ou - [Executar] [Desenhar] ou botão *no menu principal*.

- (Consultar...)

Geração e Seleção de Coleção

- (Categorias de Objeto | Locais)

- (Coleções | TUDO)

- (Aplicar) – *as janelas Visualização de Objetos e Tabela são apresentadas.*

⇒ *Consultando o módulo Tabela com o Mapa:*

Tabela

• Tabela de Atributos versus Tela:

- Selecione um *objeto* na **TABELA** de atributos, pressionando BE (botão esquerdo) na primeira coluna da linha desejada. O objeto será automaticamente realçado, na cor corrente (cor apresentada no canto superior esquerdo da tabela), na Tela de visualização.

- Selecione vários *objetos* consecutivos na **TABELA** de atributos, clicando e arrastando com BE na primeira coluna dos objetos desejados. Os objetos serão automaticamente realçados, na cor corrente atual.

• Tela versus Tabela de Atributos:

- Selecione um objeto, neste caso um polígono, na Tela de visualização pressionando BE sobre o mesmo. O objeto correspondente será destacado na tabela de atributos com a cor corrente.

Veja a seguir alguns recursos sobre as colunas da tabela

⇒ Alterando a cor para seleção de linhas:

- Pressione o botão direito sobre a cor corrente, no canto superior esquerdo da tabela.
- Selecione a cor desejada.
- Selecione outros objetos que desejar.

⇒ Desmarcando TODAS as linhas selecionadas na tabela:

- Pressione o botão direito sobre a primeira coluna da linha.
- Selecione no menu **Remove**, a opção: **[Todas]**

⇒ Desmarcando o conjunto de linhas selecionadas com a cor corrente

- Pressione o botão direito sobre a primeira coluna da linha.
- Selecione no menu **Remove**, a opção: **[Cor-Corrente]**.

⇒ Ampliando na tela o objeto selecionado ou todos

** para facilitar a localização de um objeto selecionado ou de um grupo pode-se utilizar a opção de Zoom*

- Pressione o botão direito sobre a primeira coluna da linha.
- Selecione no menu **[Zoom]**, a opção: **[Toda - Seleção]** (todas as linhas marcadas, independente da cor) ou **[Seleção-Corrente]** (somente a linha onde estiver o mouse).

Veja a seguir alguns recursos sobre as colunas da tabela

⇒ Exibindo estatísticas básicas para atributos numéricos

** Desmarque todas as linhas primeiro, veja como fazer acima.*

- Pressione o botão direito sobre um do atributo numérico

**Não temos nenhum neste trabalho.*

- Selecione a opção **[Estatística...]**

** Válido somente para atributos numéricos.*

Relatório de Dados

** observe os valores apresentados:*

N. Amostras, N. Ausentes, Média, Mediana, Mínimo, Máximo, D.Padrão e C.Variação

- Se desejar clique em (Salvar...) e forneça um nome de arquivo.

⇒ Ordenamento por atributos

** Para facilitar a localização de um dado qualquer, ordene por coluna.*

- Pressione o botão direito sobre o nome do atributo "PLATO", por exemplo.

- Selecione a opção [**Ordenar**].

- Selecione a opção [**Crescente**] ou [**Decrescente**].

** A tabela toda é exibida em função do ordenamento selecionado.*

⇒ Ocultando coluna durante a exibição da tabela

** Tabelas muito extensas (muitos atributos) pode ser útil ocultar determinadas colunas.*

- Pressione o botão direito sobre o nome atributo "SETOR", por exemplo.

- Selecione a opção [**Remover Coluna**].

** A coluna selecionada deixa de ser visualizada na tabela.*

⇒ Exibindo colunas ocultas

- Pressione o botão direito sobre o nome de um atributo qualquer (primeira linha).

- Selecione a opção [**Exibir Colunas...**]

Exibir Colunas

- Clique sobre o nome do atributo na lista para exibir ou ocultar.

** Atributos marcados por uma tarja verde estão visíveis na tabela, caso contrário estão ocultos.*

- (Fechar)

⇒ Consultando objetos por atributos:

Visualização de Objetos

- [Editar][Consulta por Atributos...]

Consulta por Atributos

- (Atributos | PLATO)
- (Operação | =)
- (Valores | SARACA) - *ou outro nome, de acordo com os dados fornecidos pelo usuário. Se desejar digite um valor qualquer no campo abaixo da lista de valores.*
- * *Observe que a expressão lógica é apresentada durante sua seleção.*
- (Executar)
- *Os objetos selecionados são apresentados na tela ativa segundo a expressão definida.*
- * *Desfazer a expressão antes de fechar a interface de consulta:*
- (Cancelar) - *várias vezes até remover toda equação na lista Expressão Lógica.*
- (Fechar)

⇒ *Associando arquivos externos a geo-objetos.*

SPRING

- Selecione uma representação na tela de desenho com duplo clique (o botão esquerdo) sobre a linha desejada. Esta ação leva à abertura de uma interface, a qual contém os atributos do geo-objeto associado.

Tabela de Atributos do Geo-objeto Selecionado.

- Pressione sobre a tabela (o botão direito).
- Selecione a opção Inserir: DOC/TXT/PDF/XLS/MDB/PPT/PPS...

Abrir Arquivo

- Selecione o arquivo desejado.
- * *Observe na interface a introdução do arquivo associado.*
- Pressione sobre a tabela (o botão direito).
- Selecione a opção Inserir: XLS...

Inserir planilha XLS

- Procure a planilha desejada em D:/Planilhas/Perigos e Riscos TMF. xls
- (Executar)
- * *Observe na interface a introdução do endereço associado.*

⇒ *Exibindo arquivos externos associados.*

Tabela de Atributos do Geo-objeto Selecionado

- Pressione sobre a linha que contém o arquivo desejado (o botão direito).
- Selecione a opção Exibir... .

⇒ *Suprimindo arquivos externos associados.*

Tabela de Atributos do Geo-objeto Selecionado.

- Pressione sobre a linha que contém o arquivo desejado (o botão direito).
- Selecione a opção Suprimir.

ANEXO D – PROTOCOLO DE SIMULAÇÃO DE ATENDIMENTO A ACIDENTE OCORRIDO NA EQUIPE DO TMF

⇒ *Executando uma consulta por atributos para determinar a localização do acidente*

a) Localização do acidente

Painel de Controle

- (Ativar ⇔ Tela 1)
- (Categorias | Cad -Tarefas)
- (Plano de Informação | Tarefas)
- (Linhas), (Objetos)
- (Desenhar) ou - [Executar] [Desenhar] ou botão  no menu principal.
- (Consultar...)

Geração e Seleção de Coleção

- (Categorias de Objeto | Locais)
- (Coleções | TUDO)
- (Aplicar)
- * *Espere carregar as janelas Tabela e Visualização de Objetos.*

Visualização de Objetos

- [Editar][Consulta por Atributos...]

Consulta por Atributos

- (Atributos | NOME)
- (Operação ⇔ =)
- (Mostrar)
- {Valores: JA1}
- (AND)
- (Atributos | PLATO)
- (Operação ⇔ =)
- (Mostrar)
- {Valores: Saraca}
- (Executar)

* *Observe que na janela Tabela: Locais e no mapa encontra-se o objeto que atende à expressão de consulta.*

b) Geração de mapa, destacando o melhor caminho com a menor distância.

Painel de Controle

- (Ativar ⇔ Tela 1)
- (Categorias | Vias)
- (Plano de Informação | Acessos)
- (Linhas), (Objetos)
- (Desenhar) ou - [Executar] [Desenhar] ou botão  no menu principal.

Geração de Mapa de Melhor Caminho

Visualização de Objetos

- [Rede] [Custo Mínimo...]

Cálculo de Caminhos Ótimos

Consulta por Atributos

- (Adquirir), (Ponto de Partida)

** Clicar com o mouse (botão direito) no ponto de onde sairá a ambulância, no caso o AMBULATÓRIO.*

- (Adquirir), (Ponto de Chegada)

** Clicar com o mouse (botão esquerdo) no ponto destacado onde ocorreu o acidente o JAI.*

- (Executar)

Relatório de dados

- (Cálculo de Caminhos Ótimos), (Descrição)

Mostra uma tabela com a distância a ser percorrida, na simulação **8.291 metros**

Visualização de Planilhas Externas

- (Categorias | Cad-Tarefas)
- (Plano de Informação | Tarefas)
- (Linhas), (Objetos)
- (Desenhar) ou - [Executar] [Desenhar] ou botão  no menu principal.
- (Consultar...)
- Pressione sobre a linha que contém o arquivo ou URL desejado (BD).
- Selecione a opção Exibir... .
- * Observe na interface a introdução do endereço XLS associado.*
- É aberta a planilha de Perigos e Riscos relativos às atividades desenvolvidas no local do acidente.

ANEXO E – PROTOCOLO DE SIMULAÇÃO DE ATENDIMENTO A ACIDENTE OCORRIDO NA EQUIPE DO PDC

⇒ Executando uma consulta por atributos para determinar a localização do acidente

a) Localização do acidente

Painel de Controle

- (Ativar ⇔ Tela 1)
- (Categorias | Cad -Tarefas)
- (Plano de Informação | Tarefas)
- (Linhas), (Objetos)
- (Desenhar) ou - [Executar] [Desenhar] ou botão  no menu principal.
- (Consultar...)

Geração e Seleção de Coleção

- (Categorias de Objeto | Locais)
- (Coleções | TUDO)
- (Aplicar)
- * *Espera carregar as janelas Tabela e Visualização de Objetos.*

Visualização de Objetos

- [Editar][Consulta por Atributos...]

Consulta por Atributos

- (Atributos | NOME)
- (Operação ⇔ =)
- (Mostrar)
- {Valores: 864-884}
- (AND)
- (Atributos | PLATO)
- (Operação ⇔ =)
- (Mostrar)
- {Valores: Monte Branco}
- (AND)
- (Atributos | GERENCIA)
- (Operação ⇔ =)
- (Mostrar)

- {Valores: PDC}

- (Executar)

** Observe que na janela **Tabela: Locais** e no mapa encontra-se o objeto que atende à expressão de consulta.*

b) Geração de mapa, destacando o melhor caminho com a menor distância

Painel de Controle

- (Ativar ⇔ Tela 1)

- (Categorias | Vias)

- (Plano de Informação | Acessos)

- (Linhas), (Objetos)

- (Desenhar) ou - [Executar] [Desenhar] ou botão  no menu principal.

Geração de Mapa de Melhor Caminho

Visualização de Objetos

- [Rede] [Custo Mínimo...]

Cálculo de Caminhos Ótimos

Consulta por Atributos

- (Adquirir), (Ponto de Partida)

** Clicar com o mouse (DE) no ponto de onde sairá a ambulância, no caso o **AMBULATÓRIO**.*

- (Adquirir), (Ponto de Chegada)

** Clicar com o mouse (DE) no ponto destacado onde ocorreu o acidente o **864-884**.*

- (Executar)

Relatório de dados

- (Cálculo de Caminhos Ótimos), (Descrição)

Mostra uma tabela com a distância a ser percorrida, na simulação **31.810 metros**

Visualização de Planilhas Externas

- (Categorias | Cad-Tarefas)

- (Plano de Informação | Tarefas)

- (Linhas), (Objetos)

- (Desenhar) ou - [Executar] [Desenhar] ou botão  no menu principal.

- (Consultar...)
- Pressione sobre a linha que contém o arquivo ou URL desejado (BD).
- Selecione a opção Exibir... .
- * *Observe na interface a introdução do endereço XLS associado.*
- É aberta a planilha de Perigos e Riscos relativos às atividades desenvolvidas no local do acidente.