

Metodologia

O objetivo estabelecido para o projeto consistia em propor sistema computacional para definir a localização de equipes de atendimento emergencial. A metodologia de pesquisa adotada teve como objetivos:

- Estabelecer um conjunto de algoritmos para o problema em questão.
- Definir um modelo de validação dos algoritmos propostos.
- Projetar e implementar sistema computacional.
- Validar sistema computacional a partir de dados históricos da empresa.

As fases para desenvolvimento do projeto seguindo essa metodologia são apresentadas brevemente a seguir.

0.1 Levantamento de dados

Esta etapa inicial consistiu em estudos referentes a:

- Dados históricos de posicionamento de equipes e de atendimentos de emergência.
- Distribuição geográfica das chaves mantidas pela empresa.
- Estudo do atual sistema de operação e gerência de equipes de atendimento emergencial.

0.2 Projeto inicial

Esta fase definiu um projeto inicial do sistema composto essencialmente de duas funções:

- determinação de localização de bases de equipes de atendimento, a partir de dados históricos de ocorrências;
- definição de modelo para validação das localizações de bases propostas na função anterior.

Nesta fase, foi definido que para a validação da qualidade da solução proposta seria necessário implementar um sistema de simulação de despacho e atendimento, que permitisse avaliar o desempenho das equipes, usando índices como DEC e TMM.

0.3 Definição e estudo de algoritmos

Três famílias de algoritmos foram estudados, implementados e testados para definir a localização de bases de equipes:

- algoritmos de *clusterização*;
- algoritmos baseados em meta-heurísticas, em especial colônia de formigas;
- algoritmos geométricos.

Além disso, foram testados algoritmos para simulação de despacho de equipes baseados nos problemas do *TSP*, e *carteiro chinês*, incluindo:

- algoritmos de aproximação, *greedy* e árvore geradora mínima;
- algoritmos meta-heurísticos, em especial *tabu search* e colônia de formigas.

0.4 Protótipo inicial

Um protótipo inicial foi implementado, em linguagem *Python*, implementando apenas as funções descritas acima.

0.5 Testes de qualidade

Os testes de qualidade consistirão em avaliar índices de **DEC** e **TMM** para os dados históricos dos anos de 2003 e 2004.

0.6 Sistema computacional

Um sistema computacional foi projetado e implementado, oferecendo as funções de:

- cadastro da base geográfica de chaves da empresa;
- cadastro de escalas de trabalho das equipes;
- função de localização de equipes de acordo com as escalas fornecidas;
- função de simulação de despacho e atendimento de acordo com dados históricos e escala cadastrada.

0.7 Testes de consistência

Os testes de consistência foram realizados usando a metodologia de *caixa branca*, usando dados:

- históricos e geográficos para testar a função de determinação de localização de bases de equipes;
- dados históricos de ocorrências e dados de instâncias do problema de *TSP*, para testar as funções associadas a simulação de despacho e atendimento.

0.8 Testes de qualidade

Foram realizados extensos testes de qualidade das soluções propostas, utilizando dados históricos da empresa dos anos de 2003 e 2004.

0.9 Transferência de tecnologia

A metodologia de transferência de tecnologia objetivou capacitar dois tipos de técnicos da empresa: técnicos de operação, que usarão o sistema; e técnicos de computação que deverão absorver a tecnologia desenvolvida.

0.9.1 Capacitação de usuários do sistema

O processo de capacitação de usuários do sistema apresentou as seguintes fases:

- Transferência de manual de usuário.
- Treinamento de operadores da empresa no uso do sistema, realizado durante o período de desenvolvimento.
- Acompanhamento da implantação do sistema a realizar nos três meses seguintes à conclusão do projeto.

0.9.2 Capacitação do time de manutenção da empresa

Esta fase objetivou capacitar os programadores da empresa para a manutenção do código desenvolvido e preparar, ao menos, um deles para participar de novo projeto que estudará o problema despacho em tempo real. Os componentes desta fase foram:

- Transferência de documentação técnica.
- Treinamento de programadores da empresa em algoritmos geométricos e de agrupamento.
- Treinamento de programadores da empresa em linguagem de programação Python e OpenGL.

0.10 Definição de novo projeto

Resultados Alcançados

0.11 Produção

0.11.1 Produção intelectual

- Artigos científicos: dois artigos publicados em eventos nacionais.
- Projetos de graduação: cinco concluídos.
- Dissertações de mestrado: 2 concluídas e uma em andamento

0.11.2 Projeto demonstrativo piloto

- Implementação de sistema computacional para definição de localização de equipes de atendimento de emergência.
- Definição de novo projeto de pesquisa a ser submetido para o ciclo 2005–2006.

0.12 Capacitação

O processo de capacitação de recursos humanos resultou na formação de pessoal nos seguintes níveis:

- Títulos de graduação
Cinco alunos do curso de *Ciência da Computação*, da **UFES**, formaram-se em temas ligados diretamente à pesquisa deste projeto.
- Títulos de mestrado Dois alunos de mestrado defenderam dissertações em temas derivados de algoritmos desenvolvidos para este projeto. Além disso, um aluno desenvolve atualmente um estudo, com defesa de dissertação prevista para dezembro de 2005, sobre a derivação em hardware de algoritmo para casamento em grafos, usado na função de simulação de despachos de equipes.
- Capacitação do pessoal da empresa
A capacitação de pessoal da empresa concentrou-se no treinamento de pessoal de informática na tecnologia desenvolvida dentro do projeto.

0.13 Instituições: Universidade

O financiamento do projeto permitiu auxiliar no desenvolvimento de projetos de graduação e dissertações de mestrado, através de:

- bolsas de pesquisa para estudantes;
- bolsas de pesquisa para doutores;
- aquisição de material bibliográfico;
- aquisição de equipamentos e laboratórios;
- financiamento para submissão de artigos e viagens a congresso.

0.13.1 Projetos de Graduação defendidos

Os seguintes projetos de graduação foram concluídos, estando ligados diretamente ao projeto:

- – **Título:** The Art of TSP

- **Aluno:** Alexandre Vervloet
- – **Título:** Uma proposta para rotemaneto de equipes de campo da ESCELSA
- **Aluno:** Mariella Berger
- – **Título:** Colônia de formigas aplicada a roteamento de equipes de campo
- **Aluno:** Luciana Lee
- – **Título:** Uso de clustering em detecção de intrusos
- **Aluno:** Márcio Gomes da Rós
- – **Título:** Posicionamento de Equipes de Campo da Escelsa
- **Aluno:** Hilário Seibel Junior

0.13.2 Dissertações de Mestrado

As seguintes dissertações foram desenvolvidas a partir de algoritmos definidos no âmbito do projeto e usando recursos do mesmo:

- – **Título:** Walter Oliveira Reis Júnior
- **Aluno:** Um otimizador *Branch and Bound* Paralelo para Manobras em Pátios Ferroviários

Já defendida.

- gradprojFabrício Vargas MatosDerivação Formal de um Algoritmo para Construção de Árvores de Sufixos
- já defendida.

- – **Título:** Eduardo Zambon
- **Aluno:** Derivação de algoritmo em hardware para casamento estável

Em desenvolvimento.

0.13.3 Demanda por serviços de consultoria

Um novo projeto de pesquisa foi definido em conjunto com a Escelsa para apresentação para o ciclo de 2006.

0.13.4 Participações em conferências, seminários e congressos

O financiamento do projeto possibilitou a apresentação dos seguintes trabalhos em conferências:

- Apresentação de dois artigos no congresso da Sobrapo do ano de 2003.
- Apresentação de mini-curso em encontro regional de informática do Rio de Janeiro e Espírito Santo de 2004.

0.14 Instituições: Empresa

0.15 Estratégia de difusão de tecnologia

A estratégia adotada para transferência de tecnologia consistiu em definir dois tipos de treinamento: treinamento para usuário final do sistema e capacitação da equipe de informática da empresa nas tecnologias usadas no desenvolvimento do projeto.

0.15.1 Capacitação de usuários do sistema

A capacitação dos usuários do sistema foi implementada através da realização de palestras periódicas para os operadores do sistema desde a concepção do protótipo inicial. Além disso, três componentes importantes dessa capacitação são:

- Transferência para a empresa de manual de usuário do sistema.
- Treinamento de operadores da empresa no uso do sistema.
- Acompanhamento da implantação do sistema a realizar nos três meses seguintes à conclusão do projeto.

0.15.2 Capacitação do time de manutenção da empresa

- Transferência de documentação técnica.
- Treinamento de programadores da empresa em algoritmos geométricos e de agrupamento.
- Treinamento de programadores da empresa em linguagem de programação Python e OpenGL.