

Páginas Amarelas na Web: apresentação de resultados de acordo com a localização geográfica

Fabiana Bigão Silva¹

Bacharel em Ciência da Computação pela UFMG

Mestre em Ciência da Computação pela UFMG

Analista de Negócios – Maxitel S. A.

Área de interesse: Análise e desenvolvimento de sistemas para a World Wide Web

PALAVRAS-CHAVE

Endereço – Ramos de atividades econômicas - Prestadores de serviços - Caminho mínimo - WWW

RESUMO

Este trabalho descreve a implementação de uma aplicação, acessada através da *World Wide Web*, voltada para a pesquisa das ocorrências de um ramo de atividade econômica que estejam mais próximas de um endereço de origem dado. Inicialmente, é apresentada a interface e a modelagem dos dados do sistema. São descritos, então, o módulo de validação dos dados de entrada – responsável pela tradução dos dados digitados pelo usuário em parâmetros válidos para as pesquisas – e a metodologia de pesquisa implementada no aplicativo. Este trabalho é resultado do estudo teórico da dissertação intitulada *Páginas Amarelas na Web: Apresentação de Resultados de Acordo com a Localização Geográfica*, desenvolvida no Curso de Mestrado em Ciência da Computação da UFMG por Fabiana Bigão Silva, em março de 1999.

INTRODUÇÃO

Belo Horizonte é a quarta maior cidade brasileira, com uma população de mais de 2 milhões de habitantes em uma área de 335 km². Sua rede de circulação viária conta atualmente com mais de 35.000 nós e 89.000 arcos [DA96]

¹ E-mail: fbigo@maxitel.com.br

perfazendo mais de 8.500 Km, e está disponível para a Prefeitura de Belo Horizonte em um Sistema de Informação Geográfico (SIG). Em essência, um SIG consiste de um software que associa informações gráficas a bancos de dados convencionais através de recursos de computação gráfica e processamento digital de imagens. Dessa forma, não se está restrito à recuperação da informação com base apenas nas características alfanuméricas, mas também através da localização espacial [Dav97b].

Atualmente, o SIG da Prefeitura de Belo Horizonte conta com mais de cinco milhões de objetos. Entre esses objetos, existe um grande conjunto de informações a respeito do sistema de trânsito da cidade. São conhecidos os sentidos de circulação, as conversões permitidas, a localização das placas de trânsito e semáforos, entre outros. O Sistema de Informação Geográfico ainda conta com o cadastro de todos os endereços da cidade, incluindo a localização espacial de cada endereço. Naturalmente, a demanda por ferramentas que permitam a divulgação de um acervo digital tão rico é crescente. No caso específico do projeto de geoprocessamento da Prefeitura de Belo Horizonte, grande parte dos dados é pública, e devem ser colocados à disposição para consulta do público em geral [Fon97] .

A importância de se ter uma boa base de endereços decorre do fato de que o endereço é a forma de localização espacial mais utilizada pela população. Existem aplicações que são viabilizadas somente a partir da formação da base de endereços.

Uma demanda que ocorre com muita frequência atualmente é a localização dos prestadores de serviços de um determinado ramo de atividade econômica – como farmácia, hotel, padaria, agência de turismo, hospital, entre muitos outros – que estejam mais próximos de um determinado ponto da cidade.

Uma dificuldade encontrada por usuários que demandam os serviços acima é o desconhecimento de uma ou mais ocorrências que estejam próximas de um endereço de origem. Mesmo com uma certa noção de um ou mais prestadores de serviços nas proximidades, não se sabe qual é o mais próximo e se existe um caminho realmente viável para se chegar ao local a partir da origem.

Para atender a esses requisitos eliminando a dificuldade citada, foi desenvolvida uma aplicação interativa que exibe a lista de prestadores de serviços de um ramo de atividade econômica mais próximos de um endereço de origem, onde a proximidade implica na existência de um caminho que seja transitável. O endereço de origem e o ramo de atividade econômica devem ser passados como parâmetro pelo usuário. Além da listagem dos prestadores de serviços e seus endereços, ordenados de acordo com sua distância até a origem, o sistema ainda lista os nomes dos logradouros que fazem parte do

caminho entre o endereço de origem e o prestador de serviço desejado. Os dados relativos aos endereços, prestadores de serviços e trechos de vias foram gentilmente cedidos pela Prodabel para a realização de testes da aplicação.

Pode-se dizer que esta aplicação é um tipo de *Páginas Amarelas* do catálogo telefônico, oferecendo o recurso adicional de localização espacial. A *World Wide Web* foi escolhida como método de acesso à aplicação, pois permite que o acesso seja feito a partir de máquinas de qualquer plataforma a um custo pequeno. Além disso, ela oferece uma interface simples e sua interação com o usuário é bastante intuitiva.

INTERFACE COM O USUÁRIO

Uma das dificuldades de se projetar uma interface de uso genérico na Internet é a diversidade de usuários que utilizam essa tecnologia. Atualmente, o usuário típico da WWW não é um especialista em computação, o que exige uma interface interativa mais simples e fácil de ser assimilada [Fon97].

A interface da aplicação foi projetada de forma que o usuário forneça o menor número de informações necessárias à realização das pesquisas. A tela principal do aplicativo é exibida na Figura 1. Ela contém uma breve descrição da sua funcionalidade e os campos a serem preenchidos.

Nome da rua (avenida, praça, etc) de origem	Desembargador Jose
Número do imóvel	1100
Tipo de serviço que deseja localizar	escola
Distância máxima da origem ao serviço	2000 metros
Meio de Locomoção	A pé

Limpar campos Pesquisar

Figura 1 – Interface da aplicação com o usuário

Para que seja possível localizar os prestadores de serviços mais próximos de um endereço de origem, devem ser informados dados a respeito do logradouro de origem, o número do imóvel, o ramo de atividade econômica a ser localizado, a distância máxima e a forma de locomoção - a pé ou de carro.

Se o usuário deixar de fornecer alguma informação ou se algum campo tiver sido preenchido de forma incorreta (por exemplo, no caso da inserção de caracteres não numéricos na distância), ao pressionar o botão *Pesquisar*, a mesma tela é exibida pedindo a correção dos campos. As informações que já haviam sido preenchidas corretamente permanecem inalteradas.

Se todas as informações preenchidas estiverem corretas, ao pressionar o botão *Pesquisar*, a aplicação inicia o processo de pesquisa.

O usuário não precisa se preocupar com a acentuação de palavras, nem com letras maiúsculas ou minúsculas. Além disso, ele pode digitar apenas parte do nome de um logradouro e de um ramo de atividade econômica, caso haja dúvidas quanto à sua grafia. A aplicação realiza a pesquisa de todas as ocorrências semelhantes ao que foi digitado, e apresenta as possíveis soluções em forma de itens, para que seja escolhida somente uma.

A Figura 2 exibe as listas de ocorrências de logradouros e ramos de atividades econômicas encontrados com base no que foi digitado na Figura 1.

Páginas Amarelas na Web Localiza os serviços mais próximos de você

Selecione o logradouro desejado

Logradouros	Bairros
<input checked="" type="checkbox"/> Rua Desembargador Jose Sotyro	Castelo
<input type="checkbox"/> Rua Desembargador Jose Burnier	Castelo

Selecione o serviço desejado

Serviços
<input type="checkbox"/> Transporte Escolar
<input type="checkbox"/> Transportador Escolar Autônomo
<input type="checkbox"/> Instrutor (a) De Auto Escola
<input type="checkbox"/> Industria Material Escolar E Editorial
<input type="checkbox"/> Ensino Pre-escolar
<input checked="" type="checkbox"/> Comercio Mat Escolar Livro Jornal Periodico E Etc
<input type="checkbox"/> Auto Escola

Prosseguir

Figura 2 – Ocorrências de logradouros e ramos de atividades econômicas

Por padrão, o primeiro item de ambas as listas é selecionado. Note que os bairros são exibidos ao lado de cada logradouro de modo a fornecer mais um elemento de verificação. A tela da Figura 2 é exibida ao usuário mesmo se apenas uma ocorrência do logradouro e do ramo de atividade econômica for

encontrada. Essa tela intermediária constitui uma etapa importante da aplicação, por dois motivos:

- A tela oferece meios de obter uma confirmação a respeito do endereço de origem e do ramo de atividade econômica que o usuário realmente deseja localizar.

- Através dessa confirmação, a aplicação tem condições de obter os códigos do endereço e do ramo de atividade econômica desejados, indispensáveis ao acesso às informações no banco de dados.

Ao pressionar o botão *Proseguir*, a aplicação realiza a pesquisa dos prestadores de serviços mais próximos do endereço de origem que exercem o ramo de atividade econômica escolhido. A Figura 3 mostra um exemplo de como os resultados são apresentados.



Figura 3 – Apresentação dos prestadores de serviços mais próximos da origem

Primeiramente são apresentados os parâmetros de pesquisa definidos pelo usuário. Em seguida, os prestadores de serviços que estão a uma distância menor que a definida são apresentados em ordem crescente de distância. Para cada ocorrência, são listados o nome, endereço, distância e o caminho completo entre a origem e o prestador de serviço. Este caminho é composto dos nomes do logradouros que devem ser percorridos entre a origem e o destino.

Caso não exista nenhum prestador de serviço do ramo de atividade econômica selecionado a uma distância da origem menor ou igual àquela informada pelo usuário, uma mensagem é exibida com a sugestão de aumentar a

distância. Neste caso, o usuário deve retornar à tela inicial para realizar nova pesquisa.

MODELO DE DADOS

A Figura 4 apresenta o modelo de dados desenvolvido para a aplicação em questão.

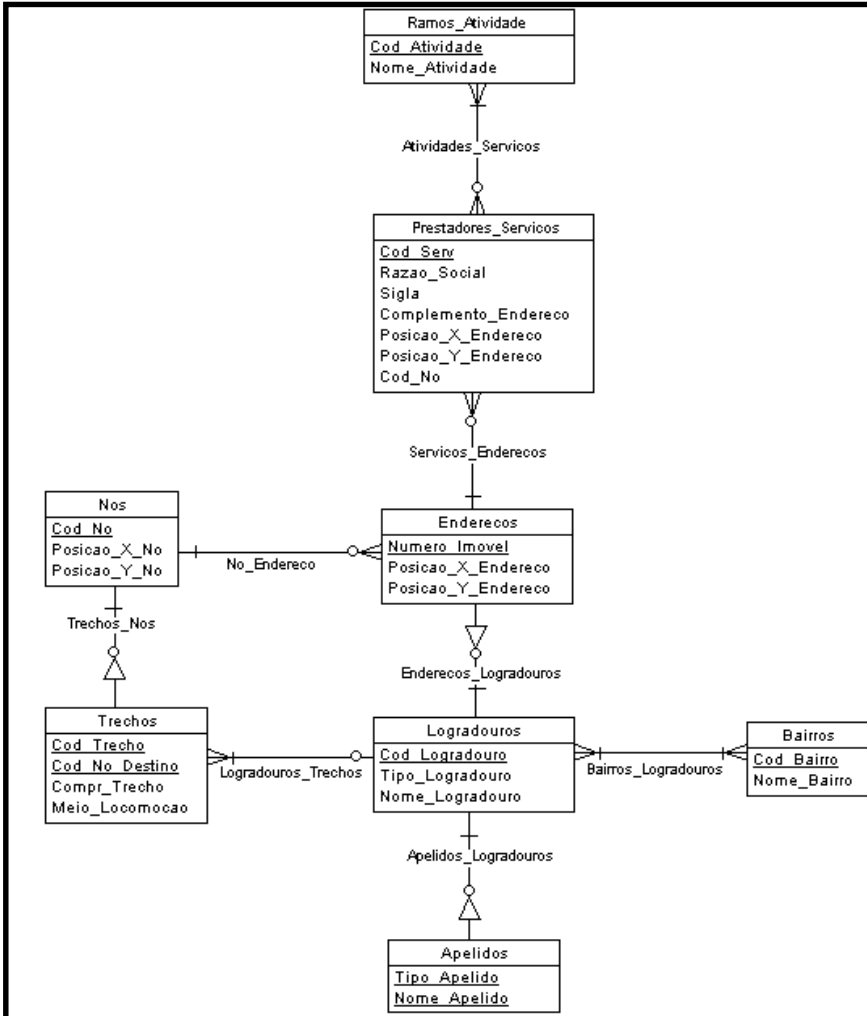





Figura 4 – Modelo de Dados da Aplicação

Cada retângulo do modelo representa uma entidade. Os relacionamentos entre entidades são representados através de segmentos de retas. As cardinalidades dos relacionamentos são descritas a seguir:

REPRESENTAÇÃO	DESCRIÇÃO
	Um para Muitos. Uma entidade A está associada a zero ou mais entidades B. A entidade B está associada a zero ou uma entidade A.
	Muitos para Muitos. Uma entidade A está associada a zero ou mais entidades B, e vice-versa.
	Um para Um. Uma entidade A está associada a zero ou uma entidade B, e vice-versa.

Um pequeno círculo na extremidade de um relacionamento indica a não obrigatoriedade da associação. Por exemplo, de acordo com a Figura 4, um ramo de atividade econômica, definido pelo seu código e nome, pode ter zero ou mais prestadores de serviços associados. Ou seja, um ramo de atividade pode existir, independente do seu relacionamento com algum prestador de serviço.

Um pequeno segmento de reta na extremidade de uma associação entre duas entidades indica a obrigatoriedade do relacionamento. Na mesma figura, um prestador de serviço **deve** estar relacionado a pelo menos um ramo de atividade econômica.

Um triângulo na extremidade de um relacionamento indica a dependência entre duas entidades. Na Figura 4, um endereço depende da existência do logradouro correspondente. Não faz sentido que um endereço exista sem estar associado a nenhum logradouro. Essa situação é diferente daquela explicada no parágrafo anterior. Um prestador de serviço pode existir independente do ramo de atividade econômica que exerce, mas, para se adequar às especificações deste trabalho, ele deve estar sempre associado a um ramo de atividade.

Uma vez que a aplicação utiliza o recurso de localização geográfica, o endereço é tratado como uma entidade espacial, e não um atributo. Desse modo, os prestadores de serviços utilizam apenas de relacionamentos para representar seus endereços. Quando os endereços são georreferenciados, todas as entidades relacionadas a um endereço passam a ser georreferenciadas também [DF95].

A forma normalizada de caracterização do endereço utiliza a representação do logradouro em uma entidade separada. Isto evita a redundância dos dados e facilita sua manutenção, uma vez que o tipo e nome do logradouro são armazenados apenas uma vez. Com esse tipo de representação, o resultado da concatenação do código do logradouro com o número do imóvel forma um identificador único para o endereço, facilitando sua localização ime-

diata na base de dados [DF95]. De acordo com a Figura 4, um endereço está relacionado a apenas um logradouro. Por outro lado, um logradouro está associado a diversos endereços.

A aplicação ainda deve prever recursos para o tratamento e armazenamento de nomes antigos e apelidos de logradouros. Isto porque sempre existirão logradouros tratados pela população de forma bastante diferente da sua nomenclatura oficial [DF95]. Em Belo Horizonte, por exemplo, o nome da *Avenida Presidente Carlos Luz* é muitas vezes ignorado pela população, embora haja placas instaladas no local. A população costuma se referir à avenida através do seu nome anterior – *Avenida Catalão*.

Como um logradouro pode conter várias ocorrências de nomes anteriores ou apelidos, a representação dessa informação deve ser feita através de uma entidade separada. Uma vez que não é relevante para este trabalho a distinção entre um apelido e um nome anterior de um logradouro, a mesma entidade pode ser utilizada para a representação de ambos.

Os dados a respeito dos bairros devem ser utilizados com o objetivo de completar as informações relativas ao logradouro. Essa informação adicional é particularmente útil no caso de haver logradouros homônimos. Desse modo, uma lista de bairros associados a um logradouro pode fornecer um elemento de confirmação ou verificação [DF95]. Um logradouro pode atravessar diversos bairros, da mesma forma que um bairro pode englobar vários logradouros.

Outro aspecto a ser contemplado diz respeito aos prestadores de serviços e ramos de atividade econômica. As empresas ou indivíduos prestadores de serviços devem ser representados de forma que identifiquem o ramo de atividade econômica que exercem. A um ramo de atividade podem corresponder diversos prestadores de serviços. Da mesma forma, um prestador de serviço pode trabalhar em vários ramos de atividade econômica.

Um mesmo endereço pode se relacionar a zero ou mais prestadores de serviços. Um prédio comercial, por exemplo, constitui um único endereço com diversos escritórios e consultórios, cada qual representando um prestador de serviço. Um prestador de serviço, por sua vez, deve se relacionar a somente um endereço. No caso de empresas com filiais espalhadas pela cidade, como um curso de inglês com unidades de ensino em endereços diferentes, cada filial deve ser cadastrada como um prestador de serviço diferente, cada qual com o seu próprio endereço.

O projeto do sistema ainda deve procurar uma forma para que os trechos de vias sejam armazenados e associados a logradouros. É através desses trechos que o sistema terá condições de calcular e informar o caminho mínimo entre dois pontos da cidade.

Um logradouro é representado espacialmente através de um conjunto de arcos, denominados trechos. Cada trecho corresponde a uma parcela do logradouro contida entre dois cruzamentos. Os trechos são orientados no sentido permitido para o tráfego de veículos. Quando o logradouro é de mão dupla, existe um trecho em cada sentido do tráfego. As conversões permitidas são representadas por trechos particulares, que não correspondem a um logradouro em particular, mas promovem a conexão entre logradouros em cruzamentos. Os trechos de logradouro e de conversão são interligados em uma rede por meio dos nós de cruzamento, de modo que cada trecho está associado sempre a dois nós, e em cada nó podem convergir diversos trechos (Figura 5).

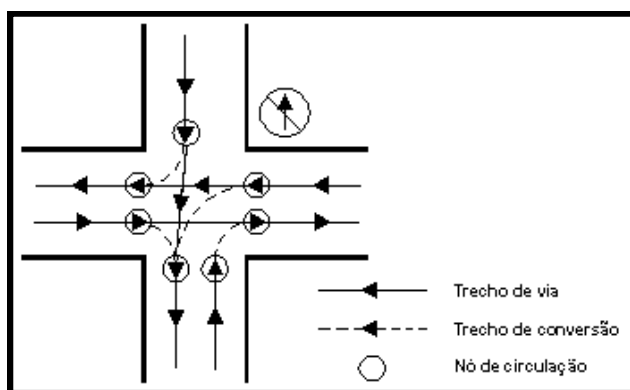


Figura 5 – Trechos e nós

A associação entre trechos e logradouros se faz necessária para que o caminho mínimo entre dois pontos da cidade seja exibido através da lista dos nomes dos logradouros, que são reconhecidos pela população em geral. Uma listagem dos identificadores dos trechos pertencentes ao caminho não faria sentido algum para as pessoas.

O cálculo do caminho mínimo entre dois pontos da cidade sempre utiliza dois nós como referência de origem e destino. Por outro lado, a aplicação tem conhecimento do endereço de origem e dos prestadores de serviços até os quais o caminho mínimo deve ser calculado. Dessa forma, para que seja possível efetuar o cálculo, foi criada uma associação entre endereços e nós de modo que cada endereço esteja relacionado ao nó mais próximo. A escolha de um endereço implica, então, na seleção automática de um nó utilizado como parâmetro no algoritmo do caminho mínimo.

O nó associado a um endereço é aquele que, dentre o conjunto de nós associados aos trechos do logradouro, possui menor distância euclidiana em relação ao endereço. No caso da figura 6, para efeitos de simplificação, o

logradouro possui somente um trecho associado, com dois nós em suas extremidades. A distância euclidiana foi calculada para cada nó e aquele com menor distância foi associado ao endereço - no caso, o Nó-2.

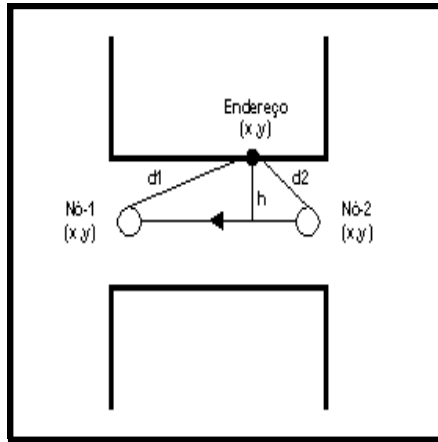


Figura 6 – Escolha do nó associado ao logradouro

COLETA E LANÇAMENTO DE INFORMAÇÕES NA BASE DE DADOS

O desenvolvimento deste trabalho foi favorecido devido à existência do já citado conjunto de informações digitais na base de dados geográfica da Prodabel. Esse conjunto contém um número de informações suficiente para a realização de testes de eficiência e correção da aplicação.

O lançamento das informações na base de dados foi realizado através de um programa desenvolvido especialmente para a conversão dos dados obtidos nos formatos DBF (*Database File*) e texto. O número aproximado de registros disponibilizados na base de dados da aplicação é descrito a seguir:

- Logradouros: 10.000
- Apelidos e nomes anteriores: 6.000
- Bairros: 240
- Associação entre bairros e logradouros: 13.000
- Trechos: 105.000
- Nós: 35.000
- Endereços: 315.000
- Ramos de atividades econômicas: 655
- Prestadores de serviços: 100.000

O volume total de dados armazenados pelo sistema corresponde a aproximadamente 70 Megabytes.

METODOLOGIA DE VALIDAÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA

O objetivo desta etapa da aplicação é traduzir os dados digitados pelo usuário em parâmetros corretos e necessários à pesquisa dos prestadores de serviços mais próximos a um endereço de origem. Basicamente, o processo de validação dos dados de entrada pode ser dividido em quatro fases, detalhadas nas próximas seções.

Existência e Correção dos Dados de Entrada

Essa fase tem como objetivo verificar se o usuário digitou os dados relativos ao nome do logradouro e número do imóvel (que caracterizam o endereço de origem), ao ramo de atividade econômica e à distância máxima a partir da origem.

No caso da distância, é verificado se o conteúdo do campo é numérico. Essa restrição não é utilizada no número do imóvel, uma vez que podem existir imóveis cuja numeração inclui letras (por exemplo: Rua dos Aeronautas, 380A).

Se algum campo deixou de ser preenchido ou se o campo referente à distância contém dados não numéricos, a tela inicial do sistema é rerepresentada ao usuário com uma mensagem solicitando que as correções sejam feitas.

Preprocessamento do Endereço de Origem e do Ramo de Atividade Econômica

O preprocessamento do logradouro e do ramo de atividade econômica tem como objetivo facilitar a pesquisa pelos respectivos nomes no banco de dados. Esta etapa consiste basicamente da retirada de acentos das palavras digitadas pelo usuário e da transformação dos caracteres em correspondentes maiúsculos. A razão para haver esse preprocessamento está no fato de os dados utilizados nos testes da aplicação possuírem somente palavras escritas em maiúscula sem acento.

Validação do Logradouro de Origem

O identificador único de acesso a um endereço no banco de dados consiste do código do logradouro e do número do imóvel. Uma vez que o usuário fornece o nome do logradouro de origem, é necessário que a aplicação identifique o código relativo ao nome informado para que a consulta do endereço no banco de dados seja realizada com sucesso.

Essa identificação somente é possível se o nome do logradouro informado corresponder a algum nome no conjunto de logradouros existentes no banco de dados. O melhor método para testar se existe alguma correspondência é o casamento direto entre o nome informado e os nomes do conjun-

to. Porém, segundo [DF95], o percentual de acerto desse método varia entre 70% e 80%. O mais indicado, então, seria a realização de testes na ordem descrita abaixo, procurando obter um resultado conclusivo:

1. Testar o casamento exato entre o nome informado e os nomes de logradouros oficiais.

2. Testar o casamento exato entre o nome informado e os nomes anteriores e apelidos.

3. Testar a existência do nome informado como parte de um nome oficial.

4. Testar a existência do nome informado como parte de algum nome anterior ou apelido.

Se algum teste for realizado com sucesso, não é necessária a execução dos testes subsequentes.

A consulta exata do nome do logradouro no conjunto de nomes oficiais ou de apelidos/nomes anteriores é realizada através de uma adaptação do algoritmo de pesquisa binária [Ziv93].

Se houver casamento exato entre o logradouro de origem digitado pelo usuário e mais de um nome no conjunto de logradouros existentes no banco de dados, uma lista com todas as ocorrências é exibida ao usuário em uma etapa intermediária da aplicação. Como os nomes exibidos serão todos iguais, a confirmação do logradouro desejado é efetuada através dos bairros associados a cada logradouro. O usuário deve selecionar apenas uma ocorrência de modo que ela seja utilizada como a origem do cálculo do caminho mínimo.

A pesquisa do nome do logradouro como sendo parte de algum nome oficial ou apelido/nome anterior é realizada através do algoritmo de busca aproximada de Wu e Manber [WMM92]. Neste caso, o conjunto de logradouros é inteiramente percorrido e, a cada logradouro, o algoritmo é aplicado para testar a existência de algum casamento. No caso de sucesso, a ocorrência encontrada é inserida em uma lista de possíveis nomes de logradouros. Ao final da pesquisa, essa lista é apresentada ao usuário em um processo intermediário da aplicação de modo que apenas uma ocorrência seja selecionada e utilizada como a origem do cálculo do caminho mínimo.

Validação do Ramo de Atividade Econômica

Para que a aplicação possa realizar o cálculo do caminho mínimo entre a origem e os prestadores de serviços pertencentes ao ramo de atividade econômica selecionado pelo usuário, é importante que o código do ramo de atividade seja identificado. Essa identificação ocorre no momento em que o nome do ramo de atividade econômica informado pelo usuário corresponder a algum nome no conjunto de ramos de atividade econômica do banco de dados. A metodologia utilizada para testar se existe alguma correspondência

é bastante semelhante àquela utilizada na validação do nome do logradouro. Dessa forma, os testes são efetuados na seguinte ordem:

1. Testar o casamento exato entre o nome informado e os nomes no conjunto de ramos de atividade econômica.
2. Testar a existência do nome informado como parte de um nome existente no conjunto de ramos de atividade econômica.

Da mesma forma que na validação dos logradouros, a consulta exata do ramo de atividade econômica é realizada através do algoritmo de pesquisa binária. A pesquisa do nome informado como sendo parte de algum nome no conjunto de ramos de atividade econômica também é realizada através do algoritmo de Wu e Manber [WMM92]. O conjunto de ramos de atividade econômica é percorrido do início ao fim e o algoritmo de pesquisa aproximada é aplicado para testar a existência de algum casamento. Uma lista das ocorrências encontradas é apresentada ao usuário numa etapa intermediária da aplicação, juntamente com os logradouros encontrados. Apenas um ramo de atividade econômica da lista deve ser escolhido pelo usuário.

O Processo de Pesquisa

Esta seção descreve todos os passos cumpridos com o objetivo de obter a lista dos prestadores de serviços mais próximos ao endereço de origem, juntamente com a lista de logradouros pertencentes ao trajeto utilizado entre a origem e cada prestador de serviço.

Primeiramente, o código único de acesso ao endereço no banco de dados deve ser identificado a partir do nome do logradouro já validado e do número do imóvel preprocessado na fase intermediária da aplicação. Em seguida, os prestadores de serviços pertencentes ao ramo de atividade econômica selecionado na etapa anterior do programa são pesquisados e a distância euclidiana entre cada prestador de serviço e a origem é calculada. Após essa filtragem preliminar dos prestadores de serviços, aqueles cuja distância euclidiana for menor que a informada pelo usuário, entram no processo de cálculo do caminho mínimo. O resultado desse cálculo consiste dos prestadores de serviços ordenados de acordo com sua distância real até a origem, e o caminho percorrido para se chegar a cada prestador de serviço.

Obtenção do Endereço de Origem

A etapa anterior da aplicação consistiu, entre outros, do preprocessamento do número do imóvel e da validação do nome do logradouro, a partir do qual foi possível obter seu código. Apesar de preprocessado, nenhuma validação do número do imóvel foi realizada a fim de testar a existência do valor infor-

mado no banco de dados. É somente através dessa verificação que o sistema é capaz de obter o código único de acesso ao endereço no banco.

Dessa forma, o primeiro passo executado na obtenção do endereço de origem é a pesquisa de todos os registros de endereços cujo código do logradouro seja igual ao informado. Os endereços obtidos são inseridos em uma lista ordenada de acordo com o número do imóvel.

Em seguida, essa lista é percorrida e o número do imóvel informado é comparado a cada registro da lista. Enquanto o número informado for menor que o registro corrente, a comparação é realizada com o próximo elemento. Esse processo se repete até que o número do imóvel seja igual ou maior que o elemento comparado. No caso de igualdade, o código do endereço é obtido automaticamente. Por outro lado, se o processo de comparação terminou porque o número do imóvel informado é maior que o registro corrente na lista, o programa seleciona como origem o registro imediatamente anterior.

Filtragem Preliminar dos Prestadores de Serviços mais Próximos da Origem

A filtragem inicial dos prestadores de serviços pertencentes ao ramo de atividade econômica informado pelo usuário consiste de uma pré-seleção, realizada com custo computacional menor, com o objetivo de descartar as ocorrências de prestadores de serviços cuja distância euclidiana até a origem seja maior que a distância fornecida pelo usuário.

Inicialmente, todos os prestadores de serviços pertencentes ao ramo de atividade econômica informado são selecionados no banco de dados e inseridos em uma lista. Juntamente com a razão social de cada prestador de serviço, os dados relativos ao seu endereço são obtidos. Em seguida, a distância euclidiana entre cada prestador de serviço da lista e o endereço de origem, já obtido anteriormente, é calculada. A Figura 7 mostra como esse cálculo é efetuado. Se essa distância for menor que aquela informada pelo usuário, o prestador de serviço em questão é inserido em uma nova lista de prestadores de serviços com menor distância. Os registros são inseridos de forma que a lista fique organizada em ordem crescente de distância euclidiana.

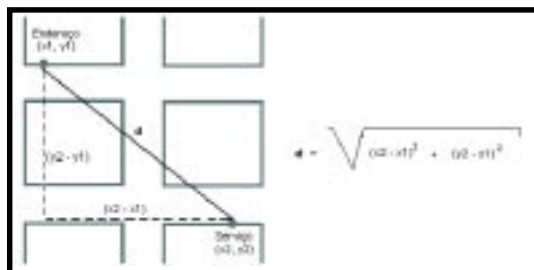


Figura 7 – Cálculo da distância euclidiana entre o endereço de origem e um prestador de serviço

Cálculo do Caminho Mínimo

A filtragem preliminar dos prestadores de serviços pertencentes ao ramo de atividade econômica escolhido pelo usuário resulta em uma lista intermediária de prestadores de serviços com menor distância euclidiana, ordenada de forma crescente dessa distância. A partir desse momento, essa lista é percorrida e, para cada registro, seu caminho mínimo a partir da origem é calculado e a distância real, baseada nos trechos percorridos e conversões efetuadas, é obtida para o prestador de serviço corrente. Caso o caminho mínimo tenha sido calculado com sucesso e a distância real seja menor que aquela informada pelo usuário, o prestador de serviço corrente, juntamente com seu trajeto até a origem, é inserido na lista de prestadores de serviços válidos. Esse processo é repetido até que a lista final contenha 20 prestadores de serviços, ordenados de acordo com sua distância real, quando, então, serão exibidos ao usuários. Esse número de prestadores de serviços a serem exibidos foi definido por representar uma quantidade de informação suficiente para o usuário.

Para realizar o cálculo do caminho mínimo entre os prestadores de serviços e o endereço de origem, foi utilizado o algoritmo de Hart-Nilsson-Raphael [HNR68].

CONCLUSÕES

A principal contribuição deste trabalho foi projetar e implementar uma aplicação voltada para a pesquisa de prestadores de serviços que estejam mais próximos de um endereço de origem. O sistema procura atender a uma demanda comum entre os cidadãos: localizar prestadores de serviços que exercem um ramo de atividade econômica e que estejam mais próximos de um determinado ponto da cidade.

Por ter sido desenvolvido com recursos que permitem seu acesso através da *World Wide Web*, este trabalho pode ser facilmente disponibilizado para a comunidade em geral. Além disso, por ser projetado a partir de uma especificação genérica, o trabalho pode ser aplicado utilizando dados de qualquer cidade.

Devido à diversidade de usuários que podem utilizar o sistema, procurou-se projetar uma interface simples, resumida e organizada, de forma que as informações pudessem ser obtidas direta e objetivamente.

A etapa intermediária da aplicação (validação dos dados de entrada) constitui uma forma de sanar as dúvidas de grafia e corrigir erros do usuário, apresentando uma lista de opções condizentes com o que havia sido digitado na tela inicial.

A heurística de determinação do caminho mínimo entre dois pontos da cidade se mostrou eficaz em relação à correção dos resultados e em relação aos tempos de execução das pesquisas. As consultas ao banco de dados são os responsáveis pela maior parcela do tempo de execução da aplicação. Os tempos da filtragem preliminar utilizando distância euclidiana e de execução da heurística se mostraram irrelevantes em relação ao tempo de acesso ao banco de dados.

A apresentação dos resultados em forma de relatório se mostrou adequada, uma vez que, para cada prestador de serviço pertencente ao resultado, são listados, além dos seus dados, todos os logradouros do caminho entre a origem e o prestador de serviço em questão. Dessa forma, o usuário que conhece a sua vizinhança imediata não terá dúvidas em relação ao trajeto a ser seguido.

Entre as principais melhorias para o trabalho, podemos citar:

- Utilização do nome fantasia dos prestadores de serviços na exibição dos resultados, ao invés da razão social. Isto porque a maioria dos prestadores de serviços é conhecida através de seu nome fantasia. A não utilização do nome fantasia neste trabalho decorre do fato de a Prodabel não possuir esses dados. Uma alternativa seria utilizar outras fontes de cadastros de ramos de atividade econômica, como o catálogo telefônico.

- Exibição, juntamente com a lista de logradouros que fazem parte do caminho entre a origem e um prestador de serviço, dos sentidos das conversões utilizadas no acesso a cada logradouro do caminho. Dessa forma, os caminhos seriam apresentados como o exemplo abaixo:

- Avenida Afonso Pena - Avenida Carandaí à direita - Rua Paraíba à direita - Rua dos Timbiras à esquerda - Avenida Brasil à direita - Avenida Afonso Pena à direita

- Apresentação dos caminhos entre a origem e os prestadores de serviços em um mapa. Este recurso seria opcional e contribuiria no sentido de não deixar dúvidas em relação ao trajeto a ser seguido.

KEYWORDS

Address – Economical activities – Business – Short path – WWW

ABSTRACT

This work describes the implementation of a system, accessed through the World Wide Web, that searches for business of a certain category that are closest to a given origin address. Initially, the interface and the data model of the system are described. Then, we present the module of data validation, responsible for the translation of the data informed by the user in valid

parameters for the search. Also, the search methodology implemented in the system is described.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [DA96] DAVIS JR., C. A. e ALVIM, H. *O Algoritmo de Caminho Mínimo Aplicado à Rede de Circulação Viária de Belo Horizonte*. Trabalho de implementação apresentado na matéria Otimização em Redes do Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFMG, dez./1996.
- [Dav97b] DAVIS JR., C. A. "GIS: dos conceitos básicos ao estado da arte", *Espaço BH*, n. 1, jul./1997. Centro de Desenvolvimento e Estudos da Prodabel.
- [DF95] DAVIS JR., C. A. e FONSECA, F. T. "Endereços: A base de um Projeto de Geoprocessamento Urbano". *Notas de Aula*, GIS Brasil'96, Curitiba (PR), 1996.
- [Fon97] FONSECA, F. T. "Uma Interface para Acesso a Dados Geográficos pela Internet". *Dissertação de Mestrado do Curso de Mestrado em Administração Pública*. Escola de Governo de Minas Gerais, Fundação João Pinheiro, dez./1997.
- [HNR68] HART, P. E., NILSSON, N. J. e RAPHAEL, B. "A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths" in *IEEE Transactions on SSC*, 4:100-107, 1968.
- [WMM92] WU, S., MANBER, U. e MYERS, E. "A sub-quadratic algorithm for approximate limited expression matching" in *Algorithmica*, 15(1):50-67, 1996.
- [Ziv93] ZIVIANI, N. *Projeto de algoritmos com implementação em Pascal e C*. Rio de Janeiro: Pioneira, 1993.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor José Nagib Cotrim Árabe e ao Clodoveu Davis Júnior, pela orientação recebida. À Prodabel, por me oferecer a chance de publicar este artigo. À CAPES, pelo apoio financeiro.