



Trabalho Prático

Serviços para veículos - Programa Economizatempo

1 Descrição

A Companhia de Processamento de Dados do Cidadão (CPDCid) é uma empresa que vem se destacando por utilizar a tecnologia para otimizar os serviços ofertados pelo setor público ao cidadão. A CPDCid é responsável pela implantação e operação do Programa Economizatempo, unificando o acesso a diversos serviços municipais, estaduais e federais. O Economizatempo oferece, no mesmo local, mais de 200 serviços ao cidadão, desde a emissão de cédula de identidade, inscrição no cadastro de pessoa física (CPF), informações sobre serviços sociais, entre outros.

Após muita insistência dos cidadãos, a CPDCid decidiu incluir no portfólio do Economizatempo, serviços para veículos referentes a licenciamento, IPVA, multas, entre outros. Esse é um projeto audacioso e que vai manipular uma grande quantidade de informações. Por isso, deve ser muito bem planejado antes de começar de fato sua implantação. De alguma forma, uma pessoa influente na CPDCid tomou conhecimento que os alunos de Estruturas de Dados e Programação I estudavam implementações de estruturas de dados avançadas, o que ele viu ser uma boa ideia para iniciar os estudos de implantação do módulo de serviços para veículos no sistema do Economizatempo.

O professor da disciplina foi procurado por uma equipe da CPDCid para discutir soluções para o problema apresentado. Após algumas rodadas de conversas e decisões sobre o que era possível fazer, chegou-se a conclusão que os alunos da disciplina poderiam contribuir com uma parte do grande projeto proposto pela Companhia. Ficou acordado, então, que os alunos de Estruturas de Dados e Programação I seriam responsáveis por implementarem alguns protótipos para a manipulação de dados de veículos utilizando várias estruturas de dados diferentes, de tal forma que possam avaliar e indicar qual a melhor estrutura de dados se aplica ao projeto.

Na Seção 1.1 são apresentados alguns conceitos sobre emplacamento veicular que a equipe da CPDCid achou importante repassar para os alunos que irão ajudá-la.

1.1 Emplacamento veicular

Assim como cada cidadão tem vários documentos que o identifica, uma forma de identificar os veículos automotores em circulação é o emplacamento. A placa é um item obrigatório para que carros, ônibus, caminhões e motocicletas, possam trafegar pelas vias públicas. Através das placas veiculares é possível consultar certas informações sobre o veículo e é a partir das placas que é possível registrar infrações de trânsito sem a necessidade de abordagem do condutor. Nas cidades que realizam rodízio de circulação de veículos, a placa também é referência para definir os veículos que poderão trafegar a cada dia. Além disso, prazos para pagamento do IPVA e do licenciamento também são definidos por meio do valor das placas. Devido à grande importância das placas no registro dos automóveis, elas seguem uma sequência única para todo o país,

sem a possibilidade de reutilização. Em outras palavras, não existem duas placas iguais relacionadas a dois veículos diferentes, mesmo que um veículo saia de circulação.

Historicamente, foram utilizados diferentes padrões de placas para a identificação de veículos no país. Hoje em dia, coexistem dois sistemas alfanuméricos distintos, os quais denominaremos nesse texto como sistema atual e sistema antigo. O sistema atual é oficialmente chamado de “Placas de Identificação Veicular” (PIV), também conhecido por “padrão Mercosul”, e é composto por quatro letras e três números, no formato LLLNLNN. Esse padrão possibilita o emplacamento de pouco mais de 456 milhões de veículos, lembrando que as placas são únicas e não podem ser reaproveitadas. O sistema atual começou se introduzido em 2018 com o intuito facilitar a circulação e a segurança no trânsito entre os países do Mercosul, contribuindo para uma melhor fiscalização alfandegária e de imigratória. Devido à grande frota nacional de veículos, seria inviável uma troca em massa das placas do sistema antigo para o sistema atual. Por isso, as placas do sistema antigo continuam valendo para os veículos emplacados antes de 2020, mas não são mais emitidas novas placas nesse padrão. O padrão adotado no sistema antigo também possui sete caracteres, porém a configuração utilizada é de três letras e quatro números, no formato LLLNNNN¹.

Como as placas do sistema antigo não são mais fabricadas, algumas situações como transferência de propriedade do veículo, furto das placas, alteração da categoria do veículo ou danos às placas, obrigam que o veículo seja reemplacado utilizando o sistema atual de identificação. Por isso, a faixa de letras de A até J foram reservadas apenas para a conversão entre os dois sistemas. Desta forma, permite-se a convivência entre ambos os modelos e possibilita a consulta por ambos os padrões de placas. A diferença entre os dois padrões de placas é que o segundo número da placa do sistema antigo dá lugar a uma letra no sistema atual, mais especificamente, a quarta letra. A Tabela 1 mostra as substituições que devem ser feitas entre números e letras para a conversão do padrão antigo para o atual.

2º número	4ª letra	2º número	4ª letra
0	A	5	F
1	B	6	G
2	C	7	H
3	D	8	I
4	E	9	J

Tabela 1: Substituições que devem ser realizadas entre o segundo número do sistema antigo para obter a quarta letra do sistema atual.

Além da alteração do padrão alfanumérico, o novo sistema trouxe mudanças quanto às categorias de classificação dos veículos com relação a seu uso. No sistema atual, os veículos podem ser classificados em: particular, comercial, oficial e representação, diplomático/consular, especiais e de coleção. No sistema antigo, essa classificação é

¹Oficialmente, esse padrão utiliza um hífen ou ponto entre as letras e os números. Sem perda de generalidade, nessa descrição, esse sinal foi omitido.



indicada, na maioria das vezes, pela cor de fundo das placas, enquanto no sistema atual, pelo fato das placas serem predominantemente brancas, a classificação do veículo é indicada principalmente pela cor dos caracteres das placas. Como ainda existem muitos veículos circulando com as placas antigas, a Tabela 2 mostra um quadro comparativo entre as categorias existentes nos dois sistemas.

Sistema antigo	Sistema atual	Descrição
Particular	Particular	Veículos particulares.
Aluguel	Comercial	Veículos que fazem transporte remunerado de carga ou passageiros (táxis, ônibus, vans, caminhões etc.) e veículos de aprendizagem (autoescolas).
Aprendizagem		
Experiência/Fabricante	Especiais	Veículos que estejam passando por experiências ou testes (montadoras e oficinas)
Oficial	Oficial e Representação	Veículos de órgãos federais, estaduais e municipais (polícias, bombeiros e Forças Armadas).
Representação		
Missão Diplomática	Diplomático/Consular	Veículos de corpo consular, assim como órgãos internacionais e embaixadas.
Corpo Consular		
Corpo Diplomático		
Organismo Consular/Internacional		
Acordo Cooperação Internacional		
Coleção	Coleção	Veículos com mais de 30 anos de fabricação, que fazem parte de coleção, bem como possuem características originais em bom estado de conservação.

Tabela 2: Comparativo entre as categorias do sistema antigo com as categorias do sistema atual.

2 Desenvolvimento

Como mencionado na Seção 1, a CPDCid precisa da ajuda dos alunos de Estruturas de Dados e Programação I para implementar alguns protótipos para a manipulação de dados de veículos, utilizando várias estruturas de dados diferentes, de tal forma que eles possam avaliar e indicar qual a estrutura de dados que melhor se aplica ao projeto. A ideia é que sejam implementados programas que estejam preparados para grande quantidade de informação que será processada, mas que não necessariamente implementem uma solução completa para o módulo de veículos do Economizatempo.



Foi então acordado alguns requisitos mínimos para os programas a serem desenvolvidos. Na Seção 2.1 são listadas as informações que devem ser armazenadas de cada veículo, enquanto na Seção 2.2 são detalhas as operações a serem implementadas.

2.1 Informações dos veículos

Nessa Seção são listadas as principais informações que devem ser armazenadas para cada veículo. Isso não impede que seus programas armazenem outras informações que possam vir a ajudar no desenvolvimento da solução. Os dados obrigatórios para cada veículo são:

- Placa
- RENAVAM
- Marca (máximo de 15 caracteres)
- Modelo (máximo de 45 caracteres)
- Ano de fabricação
- Cor
- Categoria
- Cidade e estado de registro

Vale lembrar que as placas e as categorias sofreram mudanças do sistema de emplacamento antigo para o atual, mas os dois devem coexistir de forma transparente para o usuário e manter as informações coerentes de acordo com o sistema que o veículo foi emplacado.

2.2 Operações desejadas

No intuito de simular o dia a dia de atendimentos no Economizatempo, foram destacadas algumas operações que a equipe julga que serão realizadas com mais frequência e que devem ser otimizadas ao máximo nos programas. Mais uma vez, nada impede que seu programa traga mais funções além dessas, mas as operações que a equipe do CPDCid quer ver nos programas são as seguintes:

- **Carregamento do arquivo de Espelho do Registro Nacional de Veículos (ERNV):** um arquivo ERNV é uma espécie de relatório que contém informações dos veículos recém emplacados no país. Carregar esse arquivo para o programa equivale a inserir novos veículos na base de dados do Economizatempo. Um arquivo ERNV é um arquivo de texto, onde cada linha traz as informações de um veículo, separadas por ponto e vírgula. Um exemplo de arquivo ERNV foi fornecido juntamente com essa descrição. A pedidos da equipe do CPDCid, essa operação não deve ser acessada durante a execução do programa, mas sempre antes do início da aplicação. Dessa forma, quando o programa precisar importar um arquivo ERNV, o nome desse arquivo deve ser passado via argumento de programa e a importação deve ser a primeira coisa a ser processada pelo programa. Note que nem sempre é obrigatório que o programa importe um arquivo ERNV.

- **Persistência dos dados:** ao encerrar o programa e iniciá-lo novamente, é necessário que as informações dos veículos estejam de acordo com a última execução. Ou seja, caso seja realizada alguma alteração em um veículo, essa alteração deve ser permanente, mesmo que o programa se encerre (ignore casos de erro). Um meio para resolver esse problema é utilizar um arquivo de dados para seu programa. Esse arquivo pode ser de texto ou binário, e organizado da forma que você julgar melhor. Lembre que o objetivo é otimizar o tempo de execução das operações do programa.
- **Conversão de uma placa do sistema antigo para o sistema atual:** como estamos em um período de transição entre os dois sistemas, essa é uma operação que a equipe do CPDCid acredita que será muito utilizada. A atualização da placa deve ser feita de acordo com o descrito na Seção 1.1, e todas as implicações dessa mudança devem ser consideradas.
- **Busca por placa:** com certeza essa será uma operação muito realizada diariamente. Nessa operação, deve-se levar em conta que a chave de consulta ainda pode estar no padrão antigo. Isso quer dizer que, se existe uma placa P , já atualizada para o sistema atual, mas a busca por essa placa é feita utilizando o padrão alfanumérico antigo, o sistema deve informar que a placa foi encontrada e que foi atualizada. Note que, se a busca for feita utilizando o padrão alfanumérico atual, o sistema só deve informar que encontrou o veículo caso essa placa já esteja em circulação.
- **Relatórios de veículos:** vários relatórios também deverão ser gerados no dia a dia do Economizatempo. Para ter uma ideia de como será o comportamento desse grupo de operações, a equipe do CPDCid listou dois relatórios que são desejados:
 - Relatório por intervalo de anos: o programa deve listar todos os veículos cadastrados que foram fabricados um dado intervalo de anos. Por exemplo, caso os anos dados sejam 1998 e 2000, o programa deve mostrar todos os veículos dos anos de 1998, 1999 e 2000.
 - Relatório estadual por final de placa: o programa deve listar todos os veículos de um dado estado, agrupados pelo dígito final da placa.

Vale ressaltar que todos os relatórios devem mostrar os veículos ordenados crescentemente pelos caracteres das placas. Primeiramente devem ser mostradas todas as placas que usam o padrão alfanumérico antigo e somente depois as placas no padrão alfanumérico do Mercosul.

- **Medição de tempo das operações:** é certo que os alunos da disciplina que vão indicar qual a melhor estrutura de dados para a solução do problema. Porém, a equipe do CPDCid acha importante que a informação do tempo gasto em cada operação seja explícita no programa. Eles alegam que, com essa informação sendo mostrada no programa, fica mais fácil para eles argumentarem com seus superiores que não entendem muito de programação. Por isso, ao final de toda operação



realizada pelo programa (itens anteriores) o programa deve mostrar o tempo gasto, em segundos, que foi gasto para completar o processamento.

- **Interface com o usuário:** apesar do foco da solicitação serem os protótipos para verificação da melhor estrutura de dados para a solução do problema, a equipe do CPDCid acha importante que o programa seja fácil de ser usado por usuários sem tanto conhecimento de programação. Portanto, os alunos ficaram incumbidos de apresentar uma interface agradável ao usuário que o permita realizar as operações listadas acima sem muito esforço. Você pode optar criar um programa que interaja com o usuário via terminal, através de menus ou como um interpretador de comandos, ou então um programa com interface gráfica, com o uso de janelas e botões². Você também pode optar por uma versão híbrida, que permita as duas formas de operação, conforme o desejado. A escolha da interface gráfica deve levar em conta o contexto da aplicação e a necessidade de avaliar as estruturas de dados.

3 Requisitos da disciplina

Tudo que foi descrito até o momento contextualiza o problema proposto e o que se espera como solução. Nessa Seção, são detalhados alguns requisitos impostos pela disciplina e como será a avaliação do trabalho com relação a eles. Para uma melhor organização, os requisitos foram divididos nas quatro Subseções seguintes, onde são brevemente discutidos.

3.1 Estruturas de dados

Já foram estudadas algumas estruturas de dados durante o curso, e nessa disciplina veremos diversas outras. De acordo com o problema proposto e o tempo disponível, foram escolhidas cinco estruturas que devem ser implementadas:

- lista encadeada;
- tabela de dispersão;
- árvore binária de busca;
- árvore AVL; e
- árvore digital.

Cada estrutura deve servir como base de um programa para organizar os dados dos veículos. Isso quer dizer que, no final do semestre, serão entregues cinco programas. Nada impede que seu programa utilize mais do que uma estrutura em conjunto, mas

²Aos interessados em criar uma interface gráfica, sugiro o uso do GTK em conjunto com o Glade. Ambos são grátis, multiplataforma, e em conjunto permitem a criação rápida de uma interface gráfica simples. Caso haja interesse da turma, podemos marcar uma aula para criarmos uma interface básica.



a estrutura que organiza as informações dos veículos deve ser as que estão listadas acima. Note que a organização geral do programa não sofre muitas alterações, apenas a estrutura de dados que o mantém³.

A escolha das características de cada estrutura fazem parte da avaliação e devem ser bem justificadas de acordo com o contexto do problema. Por exemplo, ao optar em usar uma lista duplamente encadeada, você deve saber os prós e contras dessa decisão e saber medir se vale a pena ou não implementar essa característica na estrutura.

3.2 Linguagem de programação

Os programas podem ser implementados na linguagem de programação de sua preferência, desde que sejam aplicados os conceitos de programação de maneira correta. Por exemplo, um programa escrito em C deve ser bem estruturado, organizado em arquivos distintos e usar corretamente a modularização. Já um programa escrito em Java, além de bem escrito, deve aplicar corretamente o conceito de orientação a objetos.

Para verificar esse requisito, o código-fonte será analisado tendo em mente o contexto da aplicação e a necessidade de otimizar as operações. Um código-fonte estruturado escrito em Java será penalizado.

3.3 Grupos

Este trabalho pode ser realizado em grupos com até 4 integrantes. Apesar da atividade ser realizada em grupo, a avaliação será feita individualmente. Não há nada de errado em dividir as responsabilidades por partes do projeto: modelagem das estruturas, interface gráfica, implementação, testes, etc. Inclusive, é recomendado que realizem essas divisões para que o projeto seja desenvolvido com mais rapidez. Porém, é importante que todos os envolvidos saibam sobre todos os detalhes da implementação e da avaliação das estruturas utilizadas.

3.4 Avaliação

A avaliação do trabalho será contínua. Porém teremos duas datas de entrega onde os grupos terão que realizar uma breve apresentação para a turma sobre o desenvolvimento do trabalho. Todos os integrantes do grupo devem participar da apresentação, caso contrário, receberão nota zero nessa atividade. Além disso, também serão disponibilizados esporadicamente questionários rápidos sobre o desenvolvimento do trabalho para serem respondidos individualmente. As datas das apresentações do trabalho são:

- *Checkpoint* (23 de setembro);
- Entrega final (25 de novembro).

O *checkpoint* serve para apresentar o que já foi desenvolvido e, de certa forma, promover uma discussão com os outros grupos sobre as propostas apresentadas para a

³Detalhes de implementação e dicas para os grupos podem ser discutidos em horário de aula, desde que haja interesse dos alunos.

continuação do projeto. Para a apresentação do *checkpoint*, cada grupo deve criar um conjunto de slides que aborde, obrigatoriamente, os seguintes itens:

- O que foi desenvolvido, e por quem;
- Dificuldades encontradas;
- Decisões tomadas para a implementação das estruturas até o momento (tipo de lista encadeada; detalhes da tabela de dispersão; linguagem de programação; modelagem do tipo de dado; estruturas auxiliares; arquivo de dados; etc.);
- Como foi tratada a coexistência dos dois sistemas de emplacamento (organização das estruturas, realização das operações de busca e relatórios);
- Esboço da interface com o usuário. A interface final não precisa estar implementada, mas deve ser apresentado, pelo menos, uma ilustração de como ficará a interação do usuário com o programa;
- Planejamento do grupo para o desenvolvimento do restante do projeto, com estimativa de datas e responsáveis por cada tarefa;
- Referências utilizadas;
- Outras informações relevantes, caso julguem necessário.

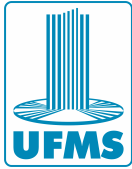
Junto com o conjunto de slides, o grupo deve enviar no AVA da disciplina, com pelo menos um dia de antecedência, o código-fonte do projeto desenvolvido até o momento.

A apresentação final deve ser mais completa e contemplar, além dos detalhes de implementação, uma avaliação das estruturas quanto seu desempenho na solução do problema. Por exemplo, o conjunto de slides da apresentação final pode conter:

- O que foi desenvolvido, e por quem;
- Dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho;
- Decisões tomadas para a implementação das estruturas (tipo de lista encadeada; detalhes da tabela de dispersão; linguagem de programação; modelagem do tipo de dado; estruturas auxiliares; arquivo de dados; etc.);
- Como foi tratada a coexistência dos dois sistemas de emplacamento (organização das estruturas, realização das operações de busca e relatórios);
- Funções que não conseguiram implementar e/ou funções extras implementadas;
- Implementação da sexta estrutura (bônus);
- Como foram pensados e realizados os testes de avaliação;
- Resultado dos testes e a indicação da melhor estrutura implementada pelo grupo⁴;
- Referências utilizadas;
- Outras informações relevantes, caso julguem necessário.

No dia da apresentação final, o grupo deve disponibilizar o programa indicado como a melhor opção para testes no laboratório. O intuito é a avaliação da interface com o usuário e a definição, em conjunto, do melhor programa implementado para o problema proposto. Mais detalhes sobre as apresentações serão combinadas durante o desenvolvimento do trabalho.

⁴Vale ressaltar que os testes e comparações práticas entre as diferentes estruturas são uma das partes mais importantes do trabalho e merecem um tratamento especial.



4 Bônus

Se seu grupo fez tudo que foi descrito até a Seção 3, seu trabalho será avaliado com uma nota entre zero e dez. O item a seguir é um bônus, ou seja, caso não seja feito, não irá prejudicar a avaliação do seu trabalho.

- Valendo até 3.0 pontos:

As implementações solicitadas no trabalho foram de algumas estruturas de dados estudadas na disciplina. Porém, muitas outras estruturas de dados podem ser utilizadas para organizar as informações dos veículos como solicitado. Esse bônus consiste em implementar um sexto protótipo, com uma outra estrutura de dados. A estrutura escolhida pode ser uma estrutura bem definida, tirada de algum livro ou que estudamos na disciplina mas não implementamos, assim como pode ser uma combinação de estruturas de dados já estudadas que venham potencializar as operações realizadas pelo programa.