

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**PROCEDIMENTO PARA DEFINIÇÃO DE UMA REDE DE  
ESTAÇÕES DE INSPEÇÃO TÉCNICA VEICULAR**

**RICARDO DE SOUSA OLIVEIRA**

**ORIENTADOR: PAULO CESAR MARQUES DA SILVA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES**

**PUBLICAÇÃO: T.DM – 004A/2009**

**BRASÍLIA/DF: ABRIL – 2009**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PROCEDIMENTO PARA DEFINIÇÃO DE UMA REDE DE  
ESTAÇÕES DE INSPEÇÃO TÉCNICA VEICULAR**

**RICARDO DE SOUSA OLIVEIRA**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE  
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU  
DE MESTRE EM TRANSPORTES.**

**APROVADA POR:**

---

**Prof. Paulo Cesar Marques da Silva, PhD (ENC-UnB)  
(Orientador)**

---

**Profa. Maria Alice Prudêncio Jacques, PhD (ENC-UnB)  
(Examinador Interno)**

---

**Profa. Mirian Buss Gonçalves, Dr (EPS-UFSC)  
(Examinador Externo)**

**BRASÍLIA/DF, 15 DE ABRIL DE 2009**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

OLIVEIRA, RICARDO DE SOUSA

Procedimento para Definição de Uma Rede de Estações de Inspeção Técnica Veicular, 2009.

xiv, 104p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2009).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Inspeção Técnica Veicular

2. Rede de Estações

3. Análise Multicritério

4. Análise Hierárquica

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

OLIVEIRA, R. S. (2009). Procedimento para Definição de Uma Rede de Estações de Inspeção Técnica Veicular. Dissertação de Mestrado em Transportes, publicação T.DM – 004A/2009. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 104p.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

AUTOR: Ricardo de Sousa Oliveira.

TÍTULO: Procedimento para Definição de Uma Rede de Estações de Inspeção Técnica Veicular

GRAU: Mestre

ANO: 2009

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Ricardo de Sousa Oliveira

CCSW 02 lote 01 apto. 204, Setor Sudoeste.

70.680-250 Brasília – DF – Brasil.

E-mail: ricardo\_desousa@yahoo.com.br

**A Deus, pela conclusão desse desafio, a minha esposa, meus pais  
e meus irmãos, pelo grande apoio, estímulo e compreensão.**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Paulo Cesar Marques, por toda dedicação orientação e permanente incentivo ao longo deste trabalho.

A toda a minha família, pelo grande apoio e compreensão.

Ao professor Sérgio Ronaldo Granenann, pelos especiais conselhos dados ao longo desta dissertação.

Ao Júlio, da secretaria do PPGT, pelo apoio durante o curso.

A todos os colegas do mestrado, pelos momentos felizes de convívio durante o curso.

A todos os amigos que, direta ou indiretamente, colaboraram no desenvolvimento deste trabalho.

Ao DETRAN/DF, em especial ao meu chefe Sillas, pelo apoio na coleta dos dados referentes à frota do Distrito Federal.

A SEARCH TECNOLOGIA, em especial ao senhor Paulo Ernesto, pelo tratamento dos dados relativos a toda a frota do Distrito Federal.

E especialmente a todos os entrevistados que dedicaram seu precioso tempo e atenção.

## RESUMO

A presente dissertação foi motivada pela falta de um programa consistente de Inspeção Técnica Veicular (ITV) para controle e manutenção da frota brasileira. Este trabalho busca, portanto, desenvolver um procedimento que permita aos Estados e Municípios brasileiros definirem de maneira eficaz a rede de estações para a ITV. Esse procedimento iniciou-se com o exame dos dados levantados no Brasil e no exterior e dos critérios e métodos de localização de instalações. O procedimento proposto é constituído pela aplicação da análise multicritério, sendo o método de análise hierárquica (AHP) o selecionado para a localização das estações. Utiliza-se, então, o *software* Expert Choice como ferramenta computacional de auxílio à aplicação da metodologia. Para compreensão e validação do procedimento, é realizado um estudo de caso no Distrito Federal, utilizando os dados levantados pelo Governo do Distrito Federal e Departamento de Trânsito do Distrito Federal. Ao final são apresentadas as conclusões e recomendações.

## **ABSTRACT**

This research was motivated by the lack of a consistent program of Motor Vehicle Inspection (MVI) to the control and maintenance of Brazilian fleet. This work seeks, therefore, to elaborate a procedure that allows Brazilian states and municipalities to define effectively the network of MVI stations. This procedure began with the examination of data collected in Brazil and other countries and with the criteria and methods of plant's location. The proposed procedure consists in the application of multicriteria analysis, being the Analytic Hierarchy Process (AHP) selected to locate the stations. It is used, then, the Expert Choice software as a computational tool to support the application of the methodology. In order to understand and validate the procedure, it is done a case study in the Federal District, using data collected by the Government of the Federal District and the Department of Traffic of the Federal District. At the end, the conclusions and recommendations are presented.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1	TEMA.....	2
1.2	PROBLEMA.....	2
1.3	HIPÓTESE.....	3
1.4	OBJETIVO.....	3
1.5	JUSTIFICATIVA.....	4
1.6	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	6
<b>2</b>	<b>EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL.....</b>	<b>8</b>
2.1	ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA .....	8
2.2	UNIÃO EUROPÉIA.....	12
2.3	ÁSIA.....	17
2.4	AMÉRICA LATINA.....	19
2.4.1	Argentina.....	19
2.4.2	Chile.....	21
2.4.3	México.....	22
2.5	TÓPICOS CONCLUSIVOS.....	24
<b>3</b>	<b>INSPEÇÃO TÉCNICA VEICULAR NO BRASIL.....</b>	<b>25</b>
3.1	LEGISLAÇÃO.....	25
3.2	PROGRAMAS DE INSPEÇÃO NO BRASIL.....	34
3.2.1	O Programa de Inspeção do Estado do Rio de Janeiro.....	35
3.2.2	O Programa de Inspeção do Município de São Paulo.....	38
3.3	EQUIPAMENTOS E LINHA DE INSPEÇÃO.....	39
3.3.1	Equipamentos portáteis.....	39
3.3.1.1	Analisador de gases .....	39
3.3.1.2	Opacímetro.....	40
3.3.1.3	Medidor de nível de som (decibelímetro).....	40
3.3.1.4	Regloscópio.....	41
3.3.2	Equipamentos fixos.....	41
3.3.2.1	Placa de verificação do alinhamento das rodas.....	42
3.3.2.2	Placa de verificação da suspensão (veículos leves).....	42
3.3.2.3	Frenômetro.....	43

3.3.2.4	Placas de verificação de folgas.....	43
3.3.3	Linhas de inspeção.....	44
3.3.3.1	Linha leve.....	44
3.3.3.2	Linha pesada e linha mista.....	44
3.3.4	Produtividade.....	45
<b>3.4</b>	<b>ESTAÇÕES DE INSPEÇÃO TÉCNICA VEICULAR.....</b>	<b>46</b>
3.4.1	Estação simples-leve - Tipo A.....	47
3.4.2	Estação dupla-leve/mista - Tipo B.....	48
3.4.3	Estação múltipla - Tipo D.....	49
<b>3.5</b>	<b>TÓPICOS CONCLUSIVOS.....</b>	<b>51</b>
<b>4</b>	<b>LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1</b>	<b>OS CRITÉRIOS DE LOCALIZAÇÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>4.2</b>	<b>MÉTODOS PARA A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES.....</b>	<b>57</b>
<b>4.3</b>	<b>MODELOS MULTICRITÉRIOS.....</b>	<b>58</b>
4.3.1	Critério de Pontos.....	59
4.3.2	Método ELECTRE.....	60
4.3.2.1	Método ELECTRE I.....	60
4.3.2.2	Método ELECTRE II.....	60
4.3.2.3	Método ELECTRE III.....	61
4.3.3	Método AHP.....	61
4.3.4	Método ANP.....	64
<b>4.4</b>	<b>TÓPICOS CONCLUSIVOS.....</b>	<b>66</b>
<b>5</b>	<b>PROCEDIMENTO PROPOSTO.....</b>	<b>67</b>
<b>6</b>	<b>ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>73</b>
<b>6.1</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA PROPOSTO – O DISTRITO FEDERAL.....</b>	<b>73</b>
<b>6.2</b>	<b>APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO PROPOSTO.....</b>	<b>78</b>
<b>6.3</b>	<b>TÓPICOS CONCLUSIVOS .....</b>	<b>92</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>93</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>95</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXO A.....</b>	<b>100</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Evolução da Frota Brasileira.....	4
Tabela 1.2 - Idade Média da Frota Brasileira.....	5
Tabela 1.3 - Frota Brasileira por Faixa de Idade.....	5
Tabela 1.4 - Frota Brasileira por Combustível.....	5
Tabela 2.1 - Redução das Emissões de Poluentes Obtida por Programas de ITV.....	8
Tabela 2.2 - Custos Médios de Reparos e Redução de Emissões de Automóveis por Ano-Modelo.....	10
Tabela 2.3 - Veículos Subordinados à Inspeção e sua Frequência.....	14
Tabela 2.4 - Frequência Mínima de Inspeção para a Frota – Chile.....	22
Tabela 3.1 - Limites para Fins de Inspeção de Veículos Leves do Ciclo Otto – Monóxido de Carbono CO em Marcha Lenta e 2500 rpm.....	28
Tabela 3.2 - Combustível não Queimado não Corrigido – HC em marcha lenta - 2500 rpm.....	28
Tabela 4.1 - Lista de Critérios para a Localização de Instalações.....	53
Tabela 4.2 - Escala de Razão.....	62
Tabela 4.3 - Valores de IR em Função da Ordem da Matriz.....	64
Tabela 5.1 - Lista de Critérios Relevantes para a Localização de Instalações de ITV	70
Tabela 6.1 - Evolução da Frota Registrada no Distrito Federal.....	73
Tabela 6.2 - Regiões Administrativas do Distrito Federal.....	76
Tabela 6.3 - Frota Registrada no Distrito Federal por Região Administrativa.....	77
Tabela 6.4 - Estação de ITV no Distrito Federal na Centralização.....	79
Tabela 6.5 - Estações de ITV no Distrito Federal nas Áreas de Cobertura.....	80
Tabela 6.6 - Estações de ITV no Distrito Federal na Descentralização.....	81
Tabela 6.7 - Critérios para a Localização de Instalações de ITV no Distrito Federal..	82
Tabela 6.8 - Resultado Final para Todos os Entrevistados.....	85

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Idade Média da Frota por País.....	6
Figura 2.1 - Foto de Estação de ITV – Arizona.....	10
Figura 2.2 - Mecânico Pronto para o Ensaio de Emissões de Um Carro em São Francisco, Califórnia.....	12
Figura 2.3 - Foto de Estação de ITV - TÜV – Alemanha.....	13
Figura 2.4 - Foto de Estação de ITV - VLT – Bangladesh.....	19
Figura 2.5 - Foto de Estação de ITV – Argentina.....	19
Figura 2.6 - Foto de Estação de ITV – Chile.....	21
Figura 2.7 - Foto de Estação de ITV – México.....	22
Figura 3.1 - Evolução da Legislação Brasileira Quanto à ITV.....	25
Figura 3.2 - Modelo de Posto de Vistoria do Início do Programa.....	36
Figura 3.3 - Novo Modelo de Posto de Vistoria.....	36
Figura 3.4 - Posto de Vistoria com Linha de ITV.....	37
Figura 3.5 - Centro de Inspeção Controlar – Município de São Paulo.....	38
Figura 3.6 - Analisador de Gases e Fumaça Sun CGS-5500 PC.....	40
Figura 3.7 - Opacímetro - Analisador de Fumaça Diesel Bosch EAM 3.011.....	40
Figura 3.8 - Decibelímetro em Uso – DNI/CT/UNICAMP.....	41
Figura 3.9 - Regloscópio em Uso – DNI/CT/UNICAMP.....	41
Figura 3.10 - Placa de Verificação do Alinhamento das Rodas – DNI/CT/UNICAMP	42
Figura 3.11 - Placas de Verificação da Suspensão – DNI/CT/UNICAMP.....	42
Figura 3.12 - Frenômetro – DNI/CT/UNICAMP.....	43
Figura 3.13 - Placas de Verificação de Folgas – DNI/CT/UNICAMP.....	43
Figura 3.14 - Linha Leve com Comprimento de 32m.....	44
Figura 3.15 - Linha Mista.....	45
Figura 3.16 - Estação Simples Leve – Tipo A – 1 Linha Leve.....	47
Figura 3.17 - Estação Tipo A.....	47
Figura 3.18 - Estação Simples-Leve/Mista – Tipo B – 1 Linha Leve e 1 Linha Mista..	48
Figura 3.19 - Estação Tipo B.....	49
Figura 3.20 - Estação Múltipla – Tipo D – 4 Linhas Leves e 2 Linhas Mistas.....	50
Figura 3.21 - Estação Tipo D.....	50
Figura 4.1 - Representação de uma Hierarquia.....	62

Figura 4.2 - Exemplo de Preenchimento de uma Matriz de Comparação.....	63
Figura 5.1 - Estrutura do Procedimento Proposto para Localização das Estações de ITV.....	68
Figura 5.2 - Representação da Hierarquia de uma Aplicação.....	71
Figura 6.1 - Evolução da Frota Registrada no Distrito Federal.....	74
Figura 6.2 - Frota Registrada no Distrito Federal por Tipo.....	74
Figura 6.3 - Regiões Administrativas do Distrito Federal em 1995.....	75
Figura 6.4 - Estrutura Hierárquica para a Localização de Instalações de ITV no Distrito Federal.....	83
Figura 6.5 - Estrutura Hierárquica com Respetivos Pesos – Gestor.....	86
Figura 6.6 - Sensibilidade dos Critérios e Alternativas – Gestor.....	87
Figura 6.7 - Desempenho dos Critérios para Cada Cenário – Gestor.....	87
Figura 6.8 - Estrutura Hierárquica com Respetivos Pesos – Especialistas.....	88
Figura 6.9 - Sensibilidade dos Critérios e Alternativas – Especialistas.....	89
Figura 6.10 - Desempenho dos Critérios para Cada Cenário – Especialistas.....	89
Figura 6.11 - Estrutura Hierárquica com Respetivos Pesos – Usuários.....	90
Figura 6.12 - Sensibilidade dos Critérios e Alternativas – Usuários.....	91
Figura 6.13 - Desempenho dos Critérios para Cada Cenário – Usuários.....	91

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ABS - *anti-lock braking system*  
ACDA - Arms Control and Disarmament Agency  
AHP - Analytic Hierarchy Process  
ANP - Analytic Network Process  
CEFTRU/UnB - Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes da Universidade de Brasília  
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo  
CITV - Certificado de Inspeção Técnica Veicular Periódica  
CO - monóxido de carbono  
CO<sub>2</sub> - dióxido de carbono  
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente  
CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito  
CT/UNICAMP - Centro de Tecnologia da Universidade de Campinas  
CTB - Código de Trânsito Brasileiro  
DETRAN/DF - Departamento de Trânsito do Distrito Federal  
DETRAN/RJ - Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro  
DNI - Departamento de Normalização e Inspeção  
ELECTRE - Elimination Et Choix Traduisant la Réalité  
EPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos  
ESMAP - *Energy Sector Management Assistance Program*  
FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente  
GDF - Governo do Distrito Federal  
HC - hidrocarbonetos  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
I/M - Inspeção/Manutenção  
INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial  
ITV - Inspeção Técnica Veicular  
LCM - Licença para Uso da Configuração de Ciclomotores, Motociclos e Similares  
Mercosul - Mercado Comum do Sul  
MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia

NO<sub>x</sub> - óxidos de nitrogênio

NUVIP - Núcleo de Vistoria Inspeção de Segurança Veicular e Emissão de Gases

OBD - *On Board Diagnoses*

PCPV - Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso

PNMA - Política Nacional do meio Ambiente

PPGT-UnB - Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universidade de Brasília

PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores

PUC - *Pollution Under Control*

SEDUMA/DF - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente do Distrito Federal

SINDIPEÇAS - Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente SISNAMA

SPCP - Comissão Central de Controle de Poluição

# 1 - INTRODUÇÃO

A atividade humana, ao longo dos últimos séculos, tem provocado grandes mudanças no nosso planeta. O constante crescimento da frota de veículos nos grandes centros urbanos produz cenários cada vez mais complicados de serem entendidos e rapidamente resolvidos. Esses eventos afetam a qualidade de vida da população em vários aspectos, como a segurança no trânsito e a qualidade do ar.

Diversos países têm buscado implementar novas medidas visando à solução desses problemas. Nas últimas décadas, os fabricantes de veículos tiveram que se adaptar a uma nova legislação, mais rígida quanto à emissão de poluentes e à segurança veicular. Hoje os veículos contam com uma série de equipamentos como: injeção eletrônica, catalisadores, *air-bags* e *anti-lock braking system* (ABS).

Os cuidados com a manutenção dos veículos, após a sua aquisição, dependem das particularidades de cada proprietário, como sua condição financeira e seus conhecimentos técnicos. Nesse caso, a Inspeção Técnica Veicular (ITV) é a principal medida adotada como forma de controle e fiscalização da manutenção preventiva e corretiva dos veículos, com o objetivo de garantir a segurança no trânsito e reduzir a emissão de poluentes.

A preocupação com a manutenção preventiva e corretiva dos veículos levaram diversos países a implantar programas de Inspeção Técnica Veicular. Ao longo deste trabalho são apresentadas as experiências de Estados Unidos, União Européia, Ásia (em especial a Índia) e América Latina (Argentina, Chile e México).

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em 1986, instituiu o Programa de Controle de Veículos Automotores (PROCONVE) com os objetivos de reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores e de criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso. O Estado do Rio de Janeiro é o precursor na implantação de um programa de ITV vinculado ao licenciamento anual de todos os veículos da frota.

A definição de uma rede de estações de ITV é um problema de grande complexidade para os profissionais de logística. Sua importância decorre dos custos relacionados e dos altos

investimentos envolvidos. Os estudos de localização atualmente dispõem de vários critérios e métodos para a solução de problemas de localização de instalações, os quais serão examinados adiante.

Nesse contexto, o presente estudo busca desenvolver um procedimento que permita aos Estados e Municípios brasileiros definirem de maneira eficaz a rede de estações para a ITV. Para tanto, é proposto um procedimento, constituído pela aplicação da análise multicritério, sendo o método de análise hierárquica (AHP) o selecionado para a localização das estações.

Neste Capítulo são apresentados tema, problema, hipótese, objetivos e justificativas do trabalho.

## **1.1 - TEMA**

Há quase uma década, vários setores e entidades estão envolvidos na elaboração de um programa adequado à verificação da manutenção preventiva e corretiva dos veículos. O tema está sendo exaustivamente debatido no Governo Federal, no Congresso Nacional e nos Estados, através de audiências públicas, visitas técnicas e seminários, com ampla participação de entidades de classe, professores, técnicos e especialistas.

Nesse universo extremamente complexo de pesquisa, legislação e fiscalização, o grande desafio é implantar a Inspeção Técnica Veicular nos centros urbanos brasileiros.

## **1.2 - PROBLEMA**

Os centros urbanos brasileiros sofrem, atualmente, um crescimento acelerado do transporte privado, acompanhado por um aumento nos índices de acidentes. A produção da indústria automobilística para o mercado interno aumenta a cada ano, sendo cada vez mais fácil adquirir um veículo automotor. Essa frota demanda uma enorme quantidade de energia de diversas fontes (álcool, gasolina e diesel) que deterioram o ar, através da emissão de quantidades significativas de gases, vapores e material particulado.

Partindo da premissa de que todo veículo produzido sai de fábrica atendendo aos requisitos e condições de segurança bem como aos limites e exigências de emissão de poluentes e ruído previstos pelos órgãos ambientais competentes e pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), e que serão, anualmente, avaliados mediante inspeção, a qual será obrigatória, na forma e periodicidade estabelecida, encontra-se o problema a seguir:

Como definir a melhor distribuição das estações para a Inspeção Técnica Veicular em um centro urbano brasileiro?

### **1.3 - HIPÓTESE**

A partir dos pressupostos acima expostos, foi possível elaborar a seguinte hipótese:

Adotando um procedimento que incorpore a análise dos diversos critérios que contribuem para a localização de instalações, é possível estruturar a rede de estações de forma que ela seja eficaz no atendimento da demanda.

### **1.4 - OBJETIVO**

O objetivo geral do trabalho é desenvolver um procedimento que permita ao gestor definir de maneira eficaz a rede de estações para a Inspeção Técnica Veicular.

Dentro desse objetivo geral encontram-se outros objetivos específicos do trabalho:

- Analisar as experiências internacionais de implantação de programas de ITV.
- Identificar a legislação vigente quanto à ITV no Brasil e a experiência nacional.
- Verificar os equipamentos e modelos de estações de ITV propostos para o Brasil.
- Levantar os critérios para a localização de instalações.
- Averiguar os métodos existentes para a solução de problemas de localização de instalações.

## 1.5 - JUSTIFICATIVA

Em 2007, de acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS), circulavam pelas ruas e estradas brasileiras cerca de 25,807 milhões de veículos, sendo 20,721 milhões de automóveis, 3,557 milhões de comerciais leves, 1,239 milhões de caminhões e cerca de 287 mil ônibus. O percentual de crescimento da frota circulante passou de 4,2% em 2006 para 6,3% em 2007, como mostra a Tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Evolução da Frota Brasileira

EVOLUÇÃO DA FROTA BRASILEIRA (em milhares de veículos)								
PAÍS DE ORIGEM	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Brasil</b>	18.371	18.889	19.387	19.797	20.479	21.219	22.100	23.433
<b>Crescimento</b>		2,80%	2,60%	2,10%	3,40%	3,60%	4,20%	6,00%
<b>Importados</b>	1.762	1.896	1.957	1.996	2.022	2.065	2.169	2.374
<b>Crescimento</b>		7,70%	3,10%	2,00%	1,30%	2,10%	5,00%	9,40%
<b>Total</b>	20.133	20.787	21.344	21.793	22.501	23.284	24.269	25.807
<b>Crescimento</b>		3,20%	2,70%	2,10%	3,20%	3,50%	4,20%	6,30%
<b>Participação - importados</b>	8,80%	9,10%	9,20%	9,20%	9,00%	8,90%	8,90%	9,20%
<b>Argentina</b>	871	974	1.019	1.042	1.070	1.107	1.182	1.329
<b>Crescimento</b>		11,80%	4,60%	2,30%	2,70%	3,50%	6,80%	12,60%
<b>Outros países</b>	891	924	938	954	952	958	987	1.044
<b>Crescimento</b>		3,70%	1,50%	1,70%	-0,20%	0,60%	3,00%	5,70%

Fonte: SINDIPEÇAS (2008)

Em 2007, os veículos com idade entre 4 e 20 anos representavam 71% do total. Cerca de 6% tinham mais de 21 anos. As Tabelas 1.2 e 1.3 mostram a evolução da idade da frota brasileira entre 2000 e 2007.

Tabela 1.2 - Idade Média da Frota Brasileira

Segmento	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Automóveis	9a 4m	9a 3m	9a 3m	9a 3m	9a 4m	9a 4m	9a 3m	9a 2m
Caminhões	13a 1m	12a 9m	12a 7m	12a 4m	12a	11a 9m	11a 7m	8a 8m
Comerciais leves	7a 10m	8a 1m	8a 4m	8a 7m	8a 8m	8a 8m	8a 9m	11a 3m
Ônibus	10a 1m	10a	9a 11m	9a 11m	9a 11m	10a	9a 11m	9a 9m
<b>Total</b>	9a 4m	9a 3m	9a 3m	9a 4m	9a 4m	9a 4m	9a 4m	9a 2m

Fonte: SINDIPEÇAS (2008)

Tabela 1.3 - Frota Brasileira por Faixa de Idade

Idade	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>1 a 3 anos</b>	20%	20%	21%	20%	19%	20%	21%	23%
<b>4 a 5 anos</b>	17%	16%	12%	12%	13%	12%	11%	11%
<b>6 a 10 anos</b>	26%	29%	33%	34%	32%	30%	29%	25%
<b>11 a 15 anos</b>	15%	14%	15%	16%	18%	21%	23%	25%
<b>16 a 20 anos</b>	13%	13%	12%	12%	12%	11%	10%	10%
<b>Mais de 21 anos</b>	9%	8%	7%	6%	6%	6%	6%	6%
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>4 a 10 anos</b>	43%	45%	45%	46%	45%	42%	40%	36%
<b>11 a 20 anos</b>	28%	27%	27%	28%	30%	32%	33%	35%

Fonte: SINDIPEÇAS (2008)

A frota de veículos a gasolina, em 2007, representava 63% do total, sendo seguida pela de veículos bicombustíveis, com 17%. A Tabela 1.4 apresenta a evolução da frota por tipo de combustível desde 2000.

Tabela 1.4 - Frota Brasileira por Combustível

Combustível	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Álcool</b>	21%	20%	19%	18%	16%	14%	12%	10%
<b>Diesel</b>	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
<b>Gasolina</b>	69%	70%	71%	72%	72%	71%	67%	63%
<b>Bicombustível</b>					2%	5%	11%	17%
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: SINDIPEÇAS (2008)

A idade média da frota de veículos no Brasil, no final de 2006, era de 9 anos e 4 meses, idade inferior à do Japão (11 anos) e Turquia (10,6), sendo comparável à dos Estados Unidos (9 anos), como mostra a Figura 1.1.

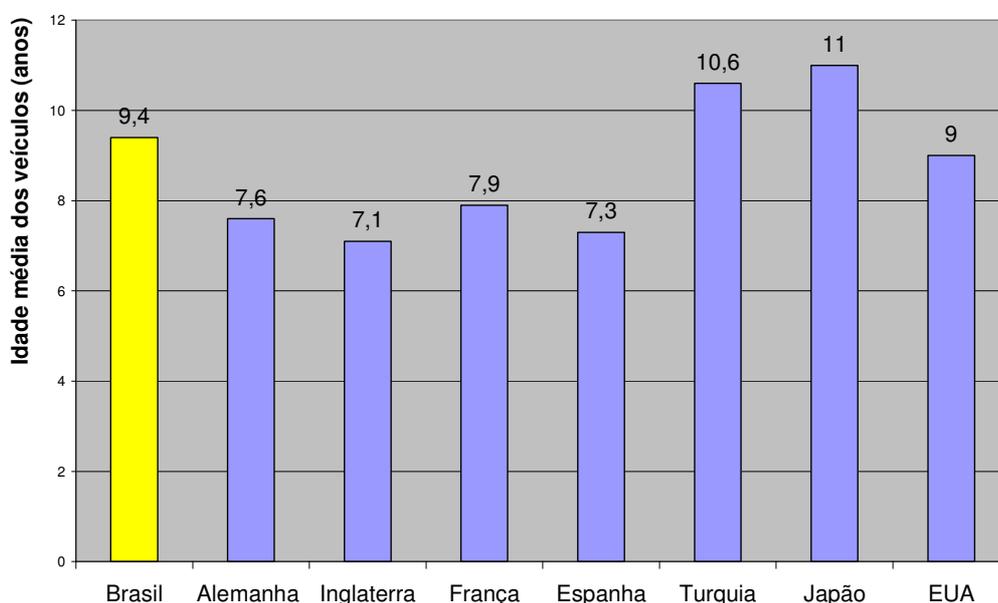


Figura 1.1 - Idade Média da Frota por País (SINDIPEÇAS, 2008)

Segundo Couto (2000), o crescimento da frota traz sérios problemas, como o aumento do número de acidentes e da poluição atmosférica, devido à emissão significativa de gases, vapores e material particulado. O material emitido pelos veículos a diesel, na forma de fumaça preta, tem merecido uma atenção especial, pois, além de sujar o ambiente, este poluente costuma estar associado a tosses e a respiração difícil, havendo indícios, segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo CETESB (1999), de que seus compostos tenham características mutagênicas e cancerígenas.

## 1.6 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Essa dissertação está dividida em sete Capítulos. Os próximos três Capítulos apresentam uma revisão da literatura sobre os temas abordados e considerados na elaboração do procedimento. O Capítulo 2 analisa as principais experiências internacionais de implantação de programas de ITV; o Capítulo 3 identifica a legislação vigente quanto à ITV no Brasil, os programas existentes e os equipamentos e modelos de estações de ITV

propostos para o Brasil, e o Capítulo 4 levanta os critérios e métodos existentes para a solução de problemas de localização de instalações.

O Capítulo 5 expõe detalhadamente o procedimento proposto com sua estrutura dividida em duas etapas.

No Capítulo 6, encontra-se o estudo de caso, com a aplicação do procedimento proposto para o Distrito Federal, detalhando os resultados encontrados.

E, por último, o Capítulo 7 apresenta as conclusões e recomendações para estudos posteriores.

## 2 - EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

### 2.1 - ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Vários países implantaram programas de Inspeção Técnica Veicular (ITV) para controle e manutenção de sua frota. De acordo com Szwarcfiter (2004), os Estados Unidos, nos anos 70, implementaram diversos programas de ITV, buscando controlar os níveis de emissão de poluentes dos veículos em uso. Na década de 90, foi observado que esses programas não alcançaram os objetivos planejados, pois os veículos em uso tiveram os seus níveis de emissão de poluentes muito pouco reduzidos. Diante dessa situação, foi apresentada ao Congresso Americano a emenda do *Clean Air Act of 1990*, a qual atribuiu à Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) a responsabilidade de desenvolver um programa de ITV mais eficiente que os existentes, sendo padrão em todas as áreas metropolitanas com problemas de poluição atmosférica devido às emissões veiculares. A Tabela 2.1, segundo a EPA (apud Szwarcfiter, 2004), apresenta a redução das emissões obtidas com o Programa de ITV.

Tabela 2.1 - Redução das Emissões de Poluentes Obtida por Programas de ITV

	HC		CO	
	g/km	redução	g/km	redução
Sem ITV	1,53	-	13,43	-
Com ITV básico	1,42	8%	11,98	11%
Com ITV avançado	1,02	34%	8,59	36%

Fonte: EPA (apud Szwarcfiter, 2004)

Devido ao aumento significativo da emissão de poluentes por veículos usados, os fabricantes foram obrigados a atender a níveis mais rígidos de emissão de poluentes nos veículos novos.

O modelo de programa criado pela EPA inclui diversas características que foram desenhadas para corrigir as falhas dos primeiros programas de ITV. Segundo Harrington et alii (2000, apud Szwarcfiter, 2004), são considerados fatores importantes do programa EPA:

- Dispensas de atendimento das determinações dos testes de emissão caso o proprietário tenha de aplicar um valor muito alto para o reparo do veículo. O valor do reparo deverá ser de no mínimo US\$ 450,00 para receber a dispensa do atendimento dos limites das emissões, sendo o veículo inserido em um dos Programas de Renovação da Frota.
- Separação do teste e do reparo: grande parte dos programas estaduais existentes nos EUA eram descentralizados, nos quais garagens de propriedade privada eram certificadas para testar e realizar a manutenção e o reparo dos veículos. Ao separar o teste do reparo evita-se mecanismos perversos de incentivos durante os testes. De um lado, o técnico pode ser incentivado a reprovar veículos limpos para que realizem reparos não necessários. De outro, o técnico pode, também, ser incentivado a aprovar veículos que deveriam ser reprovados, como forma de agradar os clientes e assegurar o retorno àquela oficina.
- Testes obrigatórios no dinamômetro: os testes de emissão anteriormente eram baseados no uso de testes em marcha lenta, os quais não são considerados muito efetivos para o exame de veículos equipados com injeção eletrônica. A EPA desenvolveu um protocolo tecnicamente sofisticado para os testes de emissão que incluiu o uso de analisadores automáticos de um dinamômetro. Esse teste, o teste IM240, consiste na instalação de um dinamômetro no veículo e a análise deste através de um ciclo de direção de 240 segundos que representaria um percurso de, aproximadamente, três quilômetros com velocidade média de 47 km/h e velocidade máxima de 91 km/h, criando assim as condições de direção do dia a dia de um veículo. Além disso, ao contrário dos testes com o veículo em marcha lenta, o teste IM240 pode medir as emissões de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) assim como as emissões de hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e pode medir as emissões em massa (g/km ou milha). O teste com o veículo em marcha lenta mede as emissões somente em valores referentes às concentrações dos poluentes.

Em 1994, a província de Mariposa County, no Estado do Arizona, foi à primeira região a implantar um programa de ITV nos padrões da EPA. Nesse Estado, o programa de ITV é centralizado, sendo obrigatórios os testes IM240 bianuais para veículos de 1981 em diante (Figura 2.1).



Figura 2.1 - Foto de Estação de ITV – Arizona (The Associated Press, 2008)

Ainda em 2000, o Arizona substituiu o teste IM240 por um modelo mais curto, o IM147, sendo os veículos mais antigos submetidos a testes de marcha lenta e de 2.500 rpm. A Tabela 2.2 apresenta as informações sobre o programa do Arizona:

Tabela 2.2 - Custos Médios de Reparos e Redução de Emissões de Automóveis por Ano-Modelo

Ano-modelo	Quantidade	Custo médio do reparo (U\$)	Índice de reprovação (%)	Redução de emissões HC (g/Km)	Redução de emissões CO (g/Km)	Redução de emissões NOx (g/Km)
	57.559	129	15	0,44	7,27	0,54
81-82	10.320	123	50	0,48	7,33	0,54
83-85	24.067	135	38	0,45	7,70	0,57
86-88	14.696	128	17	0,44	7,39	0,53
89-90	4.121	120	7	0,42	6,52	0,54
91-92	3.254	128	5	0,36	5,34	0,44
93-95	1.101	72	1	0,25	3,91	0,32

Fonte: Szwarcfiter (2004)

Na área metropolitana de Phoenix, a ITV é realizada por apenas uma empresa contratada, a qual possui dez postos de atendimento. Esse modelo centralizado está em operação há vários anos. Até 1995, os testes eram anuais e realizados com o veículo ou em marcha lenta ou com o motor em rotação constante (2.500 rpm). Em janeiro de 1995, o programa mudou para testes IM240 bianuais para veículos leves fabricados a partir de 1981. Os veículos mais antigos, fabricados até 1981, passam por testes bianuais básicos. Os veículos

de ano corrente e dos dois anos anteriores são dispensados da inspeção. Os veículos reprovados no teste devem realizar os reparos necessários e fazer outro teste em qualquer um dos postos. Os veículos com custo de manutenção de qualidade acima dos U\$ 450,00 podem solicitar a dispensa do teste para participar de um dos Programas de Renovação da Frota.

Segundo Wenzel (2001, apud Szwarcfiter, 2004), a EPA recomenda o Programa Phoenix IM240 como um modelo a ser utilizado como *benchmark* para a avaliação da eficiência dos seus próprios programas.

Considerando a análise total da frota reprovada nos primeiros testes entre 1996 e 1997, o Programa Phoenix IM240 conseguiu reduzir em aproximadamente 60% a emissão de CO e de HC não evaporativo e atingiu 47% para NOx, sendo essa redução conseguida em grande parte pelos reparos realizados nos veículos.

A EPA, em 1992, estabeleceu novos critérios para aprimorar os programas de ITV. Ofereceu créditos para os Estados nos quais fossem implantado esse tipo de programa, independentemente de as emissões serem efetivamente reduzidas. Muitos Estados não aderiram ao programa e foram expostos a possíveis penalidades e multas da EPA, por não alcançarem os padrões de emissão. Os Estados não eram obrigados a implantar um programa seguindo o modelo EPA, mas precisavam comprovar a eficiência de seus programas em termos de redução de emissão de poluentes tal como no referido modelo da EPA.

Durante o processo de implantação da ITV nos Estados, existiram sérios problemas com a realidade política e social de cada região. Os Estados reivindicaram, então, uma maior flexibilidade nas regras estabelecidas pela EPA em 1992. Após diversos protestos de governos locais e as eleições de 1994, o Congresso Americano exigiu que a EPA flexibilizasse seu programa de forma a liberar programas locais. Deste modo, entre 1995 e 1996, o programa da EPA de 1992 foi revisado, buscando padrões alternativos de desempenho. Ocorreu uma maior flexibilização para regiões onde não se precisava reduzir drasticamente as emissões veiculares para atingir os padrões de qualidade do ar. Apesar disso, vários Estados americanos optaram por implantar o programa desenvolvido pela EPA, com a utilização do teste IM240. Esses programas apresentam custos dos testes entre

US\$ 10 e US\$ 20. Tais testes são realizados em postos de inspeção estaduais ou por empresas privadas, contratadas pelo governo, desvinculadas das oficinas particulares que realizam os reparos (Figura 2.2).



Figura 2.2 – Mecânico Pronto para o Ensaio de Emissões de Um Carro em São Francisco, Califórnia (The Washington Post, 2008)

Eis os grandes avanços no programa norte-americano:

- obrigatoriedade de realizar testes de dinamômetro, os quais são mais eficientes para a análise de emissões veiculares que os outros testes existentes;
- separação entre os responsáveis pela inspeção e pelos reparos;
- disponibilização, por muitos Estados, de uma relação de oficinas com o nível de qualidade satisfatório para os reparos solicitados pelas inspeções;
- criação de Programas de Renovação da Frota para os proprietários de veículos cujo reparo ultrapasse os US\$ 450,00.

## 2.2 - UNIÃO EUROPÉIA

O conceito de ITV foi introduzido na União Européia na década de 60, a partir da “vistoria veicular”. Nesse período, Suíça, Suécia, Grã-Bretanha, Bélgica e Alemanha (Figura 2.3) iniciaram a vistoria e hoje consolidaram seus programas de ITV. Devido ao processo de consolidação do Mercado Comum Europeu, observou-se uma maior expansão da ITV. Na

década de 90, outros países implementaram a ITV com os mesmos equipamentos: França, Espanha, Itália, Portugal, Irlanda e Polônia.



Figura 2.3 - Foto de Estação de ITV - TÜV – Alemanha (Novaes, 2006)

Ao longo de todo esse período de implantação dos programas de ITV, os países membros da União Européia alteraram, diversas vezes, suas diretrizes, buscando uma maior cobertura e qualidade do serviço. Os testes de inspeção foram detalhados e padronizados. A consolidação de todo o sistema só foi alcançada com o *Directive 96/96/EC*.

A ITV pode ser realizada:

- pelo Estado;
- por corporações públicas de confiança do Estado;
- por empresas privadas, desde que supervisionadas diretamente pelo Estado.

Nos casos em que os centros de ITV também realizam a manutenção de motores, o país-membro deverá assegurar plenamente a qualidade do teste. A frequência mínima de inspeção para a frota varia entre um e dois anos, conforme a Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Veículos Subordinados à Inspeção e sua Frequência

Categoria de Veículo	Frequência dos testes
Veículos automotores com, no mínimo quatro rodas, normalmente utilizados para carregamento rodoviário de produtos e com um limite de peso máximo não excedendo 3.500 kg, excluindo tratores de agricultura e máquinas.	Quatro anos após a data em que o veículo foi utilizado pela primeira vez e, a partir de então, de dois em dois anos.
Veículos automotores com, no mínimo quatro rodas, utilizados para o transporte de passageiros e com não mais de oito lugares, excluindo o do motorista.	
Veículos automotores para transporte de passageiros com mais de oito lugares, excluindo o do motorista.	Um ano após a data em que o veículo foi utilizado pela primeira vez e, a partir de então, anualmente.
Veículos automotores usados para o carregamento de produtos com um limite de peso máximo excedendo 3.500 kg.	
Trailers e semi-trailers com um limite de peso máximo excedendo 3.500 kg.	
Táxis e ambulâncias.	

Fonte: Szwarcfiter (2004)

Os testes para conteúdo de monóxido de carbono (CO) são exigidos e devem seguir os valores estipulados pelos fabricantes. O país-membro poderá solicitar testes mais rigorosos em momentos oportunos. Nos casos em que a informação do fabricante não seja possível ou nas situações as quais o país-membro não queira utilizá-la, o conteúdo de CO não poderá exceder:

- 4,5% de volume, para veículos registrados ou utilizados pela primeira vez a partir de março de 1970 até primeiro de outubro de 1986, cumprindo o *Directive 70/220/EEC*;
- 3,5% de volume, para veículos registrados ou utilizados pela primeira vez depois de primeiro de outubro de 1986;
- 0,3% de volume, para veículos com sistemas avançados de controles de emissões, nos casos do teste com alta velocidade, sendo a relação ar/combustível também testada.

Desde de 1996, os veículos a diesel, devido à emissão de material particulado, devem ser verificados constantemente. O teste consiste na aferição da opacidade da fumaça emitida a partir da aceleração livre do veículo. Para os veículos pesados, a União Européia propõe a realização de inspeções surpresas, na rua, com estações móveis.

A Comissão Européia criou o projeto *The Inspection of In-Use Cars in Order to Attain Minimum Emissions of Pollutants and Optimum Energy Efficiency*. Esse projeto teve como objetivo investigar e desenvolver uma série de soluções alternativas de custo/eficácia dos procedimentos de inspeção dos veículos de passageiros quanto às emissões reais e o consumo de combustível. Especialmente nos casos dos catalisadores de três vias TWC e de veículos com motor diesel era necessário investigar processos que tinham um maior potencial na detecção de má manutenção dos veículos. Segundo Szwarcfiter (2004) as principais conclusões do estudo foram:

i) Quanto aos veículos

- Veículos com catalisadores de três vias: o teste regular identificou apenas 15% dos veículos como poluidores e resultou em apenas 5% de redução das emissões de poluentes comparados a um cenário sem ITV. Programas mais eficientes poderiam gerar maiores reduções.
- Veículos sem catalisadores: o estudo concluiu que os testes quanto ao uso do catalizador foram bastante eficientes, com, por exemplo, um potencial de redução de 15% das emissões de CO.
- Veículos a diesel: os testes realizados obtiveram resultados de, aproximadamente, 25% em material particulado (MP). Entretanto, poderá ter ocorrido uma superestimação devido ao fato de a amostra ter focado veículos com altos valores de emissão. Cabe acrescentar, contudo, que devido ao fato de que as partículas ultrafinas estão sendo cada vez mais foco de atenção e que os tratamentos voltados a eliminar fumaça visível são cada vez mais utilizados, os testes de opacidade poderão tornar-se obsoletos. Estudos estão sendo realizados com o objetivo de estabelecer técnicas para medição de poluentes de veículos a diesel com baixas emissões.

## ii) Quanto aos testes propriamente ditos

- **Sensoriamento Remoto:** esse tipo de teste pode medir as emissões de um grande número de veículos sem inconvenientes para o motorista, além de ser um sistema automatizado, com necessidade de pouquíssima mão-de-obra, podendo ser utilizado como complemento a um programa de ITV, e não substituto. Através dos testes de sensoriamento remoto, foi observado que o número de veículos encontrados com emissão excessiva de poluentes vinha demonstrar que a inspeção regular, bianual, não foi suficiente para assegurar a não deterioração significativa desses, entre os períodos dos testes. O estudo concluiu que os testes de sensoriamento remoto seriam eficientes para complementar os programas regulares de ITV, minimizando os efeitos da falta de manutenção dos veículos e da deterioração da qualidade do ar.
- **Testes de Dinamômetro:** concluiu-se, também, que os testes de dinamômetro são mais eficientes, além de serem o único método que mensura as emissões de óxidos de nitrogênio. No caso dos veículos a diesel, esses testes também são recomendados. Uma questão importante levantada pelo estudo é que as inspeções veiculares, com testes de dinamômetro, continuarão sendo proveitosas, já que os veículos, nos próximos anos, terão sistemas *On Board Diagnoses* (OBD). No caso dos veículos pesados, os testes mais tradicionais de ITV, incluindo o teste no dinamômetro, não são viáveis, sendo que o grande avanço dos programas de ITV nesse caso será a introdução de OBD e, talvez, o desenvolvimento de técnicas de sensoriamento remoto para veículos a diesel (para medição de emissões de NOx e material particulado).
- **Sistemas *On Board Diagnoses*:** o sistema OBD serve, basicamente, para monitorar os sistemas de emissão de gases e manter constantemente baixa a emissão de poluentes. Esse sistema, provavelmente, não será custo-efetivo no curto e médio prazo, devido aos seguintes fatos:
  - Na Europa os sistemas OBD foram difundidos somente após 2005 e serão universais apenas após 2010, sendo que os veículos a diesel demorarão mais, aproximadamente, 5 anos após os veículos a gasolina.
  - O sistema pode apresentar falhas após os 80.000 km rodados e também ficar temporariamente desativado em várias circunstâncias.

Segundo Szwarcfiter (2004), no caso do sensoriamento remoto, se o mesmo for utilizado para detectar somente os veículos mais poluentes e a seleção for realizada com base em detecções múltiplas (o veículo é detectado em mais de uma passagem), a eficiência por veículo detectado pode ser mais alta. Além disso, dependendo do nível de manutenção da frota, este método pode ser eficiente. Se este método for utilizado para detectar os veículos que emitem apenas um pouco mais que o limite estabelecido, pode gerar erros no sistema. Em outras palavras, o sistema de sensoriamento remoto funciona relativamente bem para detectar veículos com altos níveis de emissão.

### 2.3 - ÁSIA

A ITV foi introduzida na Ásia na década de 80. Nesse período, somente a Índia instituiu um programa de inspeção veicular em nível nacional conhecido como “*Pollution Under Control*” (PUC). Esse programa de ITV é controlado pelo governo e a responsabilidade do acompanhamento e administração é dividida entre as autoridades nacionais e estaduais. A Comissão Central de Controle de Poluição (SPCP) e o Ministério dos Transportes e Estradas são responsáveis pela definição dos limites de emissão, pela regulamentação e pelos equipamentos de testes. Fixou-se um limite de 3% de CO para motores de Ciclo Otto. Segundo ESMAP (2002, apud Szwarcfiter, 2004) existe uma proposta para a redução do limite de CO (incluindo um limite máximo de 0,5% para veículos com catalisadores de três vias) e para a introdução de limites para hidrocarbonetos para veículos com ciclo-otto fabricados depois de abril de 2000 e equipados com catalisadores.

Os Estados se responsabilizam pela implantação dos programas de ITV, obedecendo aos limites estipulados. Esses programas apresentam custos médios dos testes variando de US\$ 0,40, para veículos de duas rodas, até US\$ 1,40, para caminhões, sendo realizados em centros de testes que podem ser fixos ou móveis. Oficinas mecânicas ou postos de combustíveis podem requerer autorização para tornar-se um centro de ITV.

Os grandes problemas do programa indiano seriam:

- falta de um registro anual dos veículos: na Índia os veículos são registrados quando são comprados zero quilometro e só após quinze anos serão registrados novamente. Isso

dificulta o controle da frota, pois não é possível estimar a porcentagem de veículos que não comparecem à inspeção;

- não separação entre os responsáveis pela inspeção e pelos reparos: na prática é permitido que os credenciados realizem pequenos ajustes de motores para que os veículos testados sejam aprovados;
- baixa fiscalização dos centros de testes: os centros de testes apresentam graves problemas como:
  - falta de treinamento dos técnicos para os procedimentos adotados e a operação dos equipamentos;
  - ausência de auditorias independentes;
  - falta de calibração de equipamentos;
  - nenhuma aplicação de penalidades fazendo com que os centros de testes emitam certificados fraudulentos com impunidade.
- falta de um programa governamental de auditoria da manutenção dos equipamentos: os centros de testes devem calibrar semestralmente seus equipamentos mediante contrato anual de manutenção com os fornecedores de equipamentos. Na prática, poucos centros possuem esse tipo de contrato devido aos custos;
- falta de controle governamental na emissão dos certificados: em Nova Delhi, cada centro imprime seus próprios certificados. Nas outras cidades, associações de proprietários de centros de testes coordenam as impressões dos certificados. Nenhuma informação é repassada para o governo;
- dificuldade na fiscalização dos adesivos de pára-brisa: os adesivos de pára-brisa também são impressos pelos centros de testes ou associações. Os mesmos não são elaborados para facilitar a fiscalização, pois o seu desenho gráfico não varia de período a período, fazendo com que fique muito difícil para um fiscal diferenciar um adesivo válido de um já fora da validade;
- falta de utilização de dinamômetro na realização dos testes: a não utilização de equipamentos mais modernos nos testes acaba gerando grandes deficiências nos testes, como: a diluição não controlada dos gases do escapamento e o registro manual dos resultados dos testes;

Posteriormente, outras nações, na região, também implantaram programas de ITV. O Nepal, a partir de 1996, implementou seu programa de inspeção, complementado por

inspeções rodoviárias. Somente em 2002, Bangladesh (Figura 2.4) e Sri Lanka começaram a desenvolver seus programas.



Figura 2.4 - Foto de Estação de ITV - VLT – Bangladesh (Novaes, 2006)

## 2.4 - AMÉRICA LATINA

### 2.4.1 - Argentina

A Argentina, em 1991, iniciou seu programa de ITV (Figura 2.5). Esse programa tem regulamentação federal. As províncias, porém, podem adaptar algumas características do programa às condições específicas de sua região. Foi criado o *Ente Regulador de la Verificación Vehicular* para coordenar o programa, assegurar a qualidade do serviço prestado e zelar para que o usuário receba o correto e satisfatório atendimento.

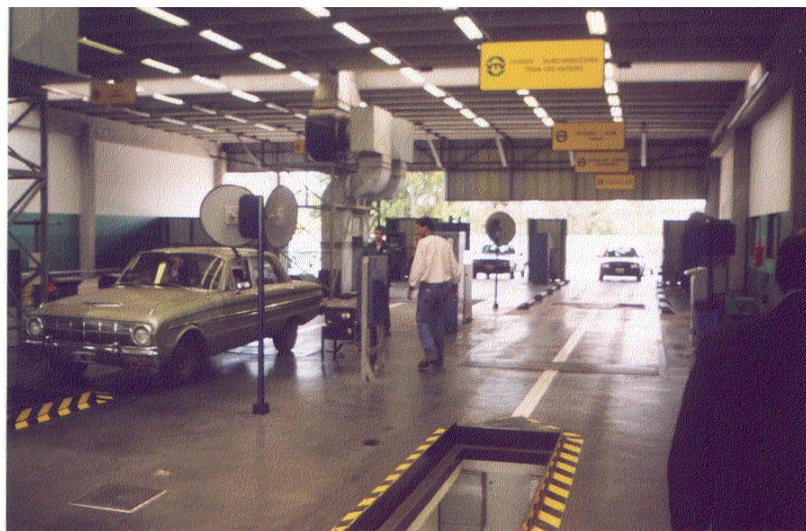


Figura 2.5 – Foto de Estação de ITV – Argentina (Novaes, 2006)

Atualmente, mais de 80% da frota é submetida a inspeções técnicas regulares. A Província de Buenos Aires é a única que consegue atender plenamente sua frota. Seu território foi dividido entre onze empresas concessionárias. O contrato de concessão é de vinte anos. O preço do serviço é estipulado pelo governo, sendo único em toda a província. Todo proprietário é obrigado a fazer a inspeção de seu veículo na localidade em que está registrado. O atendimento a áreas remotas com baixa densidade veicular é concretizado por estações móveis. As concessionárias podem realizar a regulagem de veículos carburados, entretanto outros reparos são proibidos.

No início do processo de operação, houve uma reprovação maciça dos veículos devido ao alto grau de exigências do procedimento. Ao analisar a situação, o *Ente Regulador* decidiu flexibilizar os critérios da inspeção. Atualmente, esses critérios são revistos periodicamente.

O *Ente Regulador* realiza o controle do programa através de visitas mensais e não programadas às estações. Nessas visitas, são observados procedimentos técnicos associados à inspeção veicular, aspectos administrativos da estação e verificação semestral da calibração dos equipamentos. As informações geradas pelas estações são enviadas ao *Ente Regulador* para análise e estatística. O controle é complementado ainda por fiscalizações aleatórias na via pública, nas quais são identificados veículos fora das condições de uso, mesmo que tenham passado pela inspeção, e veículos que não realizaram a inspeção.

Algumas falhas são encontradas no programa argentino, como:

- áreas descobertas: a Argentina apresenta, ainda, grandes áreas descobertas pelo programa. Essa situação acaba gerando conflitos entre as províncias e uma grande migração da frota. Os veículos reprovados nos exames ou aqueles em que o proprietário não quer realizar a inspeção acabam migrando para essas áreas sem controle;
- falta de cumprimento da legislação: devido a idade avançada da frota e a impossibilidade, no curto prazo, de seu completo reparo, as autoridades acabam não cumprindo plenamente a legislação de trânsito.

## 2.4.2 - Chile

O Chile, em 1990, conseguiu regulamentar o seu programa de ITV. Somente em 1997, o programa foi implantado, abrangendo quatro das treze zonas administrativas (Figura 2.6). As outras nove zonas administrativas são cobertas por uma inspeção visual da frota.

O responsável pela implantação e supervisão do programa é o Ministério dos Transportes e Telecomunicações. Nas quatro regiões onde o sistema de inspeção é mecanizado, o serviço é prestado por meio de concessão. Os contratos de concessão estabelecidos têm prazo de cinco anos, podendo ser prorrogados por dez meses. Os preços são livres, porém deve-se respeitar os limites máximos estabelecidos no contrato e no edital de licitação. Empresas vinculadas ao setor automotivo estão proibidas de participar da licitação. As concessionárias do sistema não podem realizar reparos nos veículos.



Figura 2.6 - Foto de Estação de ITV – Chile (Novaes, 2006)

Os dados das inspeções são armazenados nas estações e enviados diariamente para uma empresa que consolida as informações. Estas são processadas e repassadas ao Ministério dos Transportes e Telecomunicações. O Ministério realiza a auditoria do programa através de visitas programadas e aleatórias. Nessas visitas são observados procedimentos técnicos associados à inspeção, aspectos administrativos e verificação da calibração dos equipamentos. O custo médio de uma inspeção varia entre U\$\$ 21,50 e U\$\$ 39,30. A

freqüência mínima de Inspeção para a frota varia entre seis meses e um ano, conforme Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Freqüência Mínima de Inspeção para a Frota – Chile

<b>Categoria de Veículo</b>	<b>Freqüência dos testes</b>
Táxi, ônibus, caminhões	Seis meses
Frota particular	Um ano, sendo que a isenção inicial varia de 24 a 36 meses

Fonte: Szwarcfiter (2004)

As falhas encontradas no programa chileno seriam:

- falta de cumprimento pleno da legislação na inspeção: nos casos de pequenos defeitos o usuário é apenas notificado, devendo obrigatoriamente repará-lo;
- áreas descobertas pelo sistema: o programa está implantado nas principais regiões do país, porém, existem regiões onde são realizadas apenas inspeções visuais da frota.

### 2.4.3 - México

O programa de ITV no México iniciou-se na Cidade do México em 1982, na forma de um exercício voluntário. Após inúmeras mudanças, o programa de ITV foi definitivamente implantado na Cidade do México em 1996 (Figura 2.7).



Figura 2.7 - Foto de Estação de ITV – México (Secretaria de Meio Ambiente da Cidade do México, 2008)

A inspeção anual se tornou obrigatória para algumas categorias de veículos em 1988. Inicialmente, os governos locais possuíam e operavam os centros de testes. Após um tempo de experiência, decidiu-se liberar o serviço para empresas privadas. Diversas autorizações foram emitidas a centros particulares voltados para a realização dos testes e manutenção. A proposta de criação de grandes centros de inspeção particulares (“macrocentros”) equipados com dinamômetros, onde não se pudesse realizar a manutenção dos veículos, surgiu em 1991.

No início da década de 90, já estavam em operação 500 centros de teste e manutenção e 24 “macrocentros”. Os centros de teste e manutenção eram mais convenientes para os proprietários de veículos particulares, pois esses não possuíam dinamômetros e, caso o reparo fosse necessário, ele poderia ser realizado no mesmo local. As outras categorias de veículos, então, foram obrigadas a realizar os testes nos “macrocentros” para se submeter aos testes com dinamômetro.

Com o tempo, a qualidade da inspeção nos centros de teste e manutenção caiu. O governo não conseguia fiscalizar adequadamente os mais de quinhentos centros existentes. Milhares de certificados eram emitidos de forma fraudulenta. Essa situação extremamente complicada de deterioração do programa levou a sua reestruturação em 1995. Cerca de 600 centros de teste e manutenção tiveram suas autorizações caçadas. O número de “macrocentros” foi aumentado, sendo implementadas mudanças na operação e qualidade dos serviços, tornando-os “centros de verificação”. Para evitar fraudes, os testes eram monitorados por computador e vídeo, bem como os técnicos não tinham acesso aos resultados destes. O governo realizava auditorias periódicas nos centros de serviço. Multas de cerca de U\$\$ 40.000,00 foram aplicadas aos centros que não seguissem os procedimentos definidos. As falhas encontradas no modelo mexicano seriam:

- falta de investimento em pessoal, em sistemas de auditoria e de supervisão dos programas para garantir a qualidade e a transparência;
- falta de uma legislação que permita a aplicação de sanções caso os testes não sejam efetuados de forma correta;
- os testes não são projetados para minimizarem as chances de técnicos aprovarem, falsamente, veículos que seriam reprovados;

- número insuficiente de fiscais para cumprir plenamente a legislação de trânsito;
- oferta excessiva de pequenos centros de testes que podem ocasionar uma redução do rigor com o objetivo de aumentar sua participação do mercado.

## **2.5 – TÓPICOS CONCLUSIVOS**

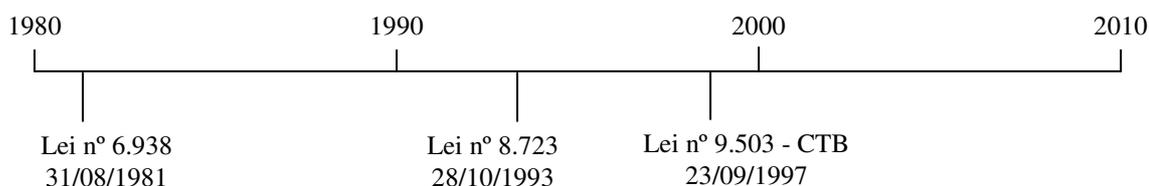
O exame das experiência internacional é importante para verificar os pontos positivos e negativos de cada modelo de ITV aplicado, auxiliando no estudo referente à implantação de uma rede de estações de ITV nos centros urbanos brasileiros. A seguir é feita a análise da ITV no Brasil através da verificação da legislação, dos programas já implantados e dos equipamentos e modelos de estações propostos para o país.

### 3 - INSPEÇÃO TÉCNICA VEICULAR NO BRASIL

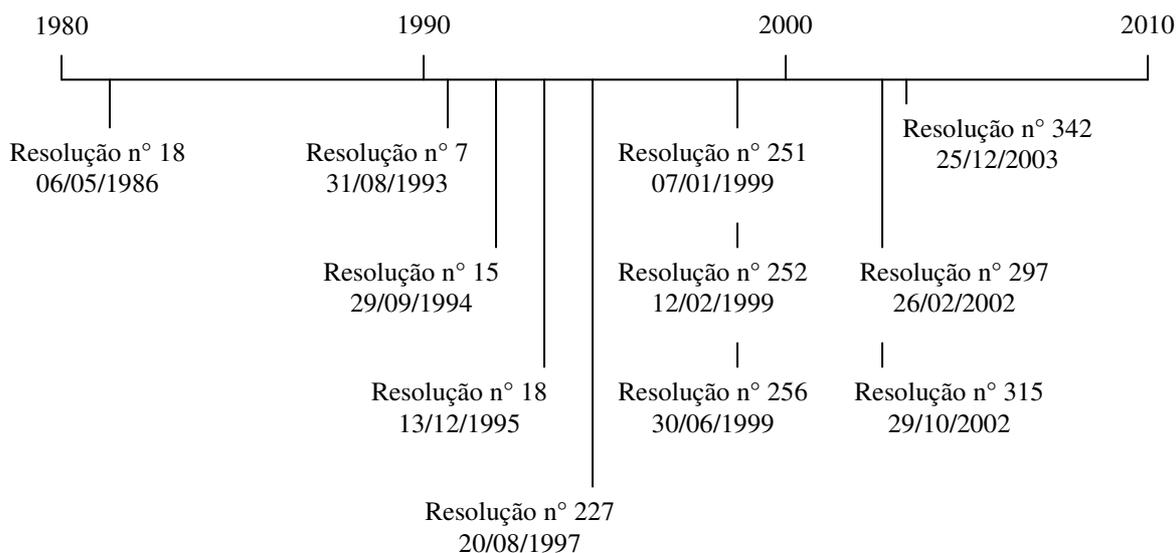
#### 3.1 - LEGISLAÇÃO

A partir da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, foi estabelecida a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e criado o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Com esse feito, a avaliação de impactos ambientais tomou proporções federais. Desde então, o Congresso Nacional e diversos órgãos têm legislado quanto à Inspeção Técnica Veicular (ITV) no Brasil. Na Figura 3.1 é apresentada, em escala cronológica, a evolução da legislação brasileira relativa à ITV.

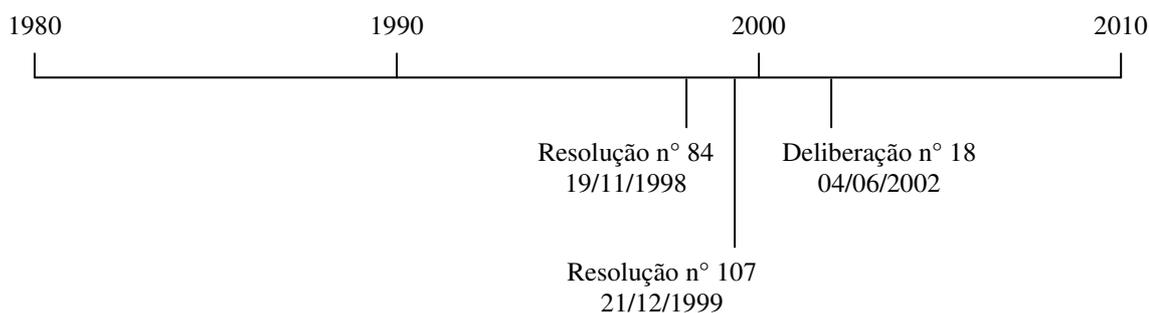
##### Congresso Nacional



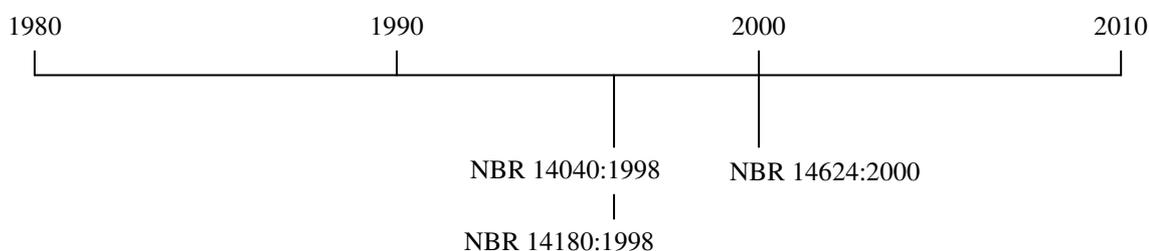
##### Conselho Nacional de Meio Ambiente



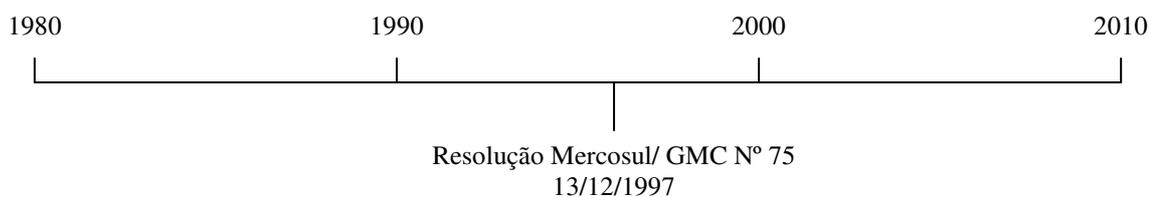
### Conselho Nacional de Trânsito



### Associação Brasileira de Normas Técnicas



### Mercado Comum do Sul



### Polícia Rodoviária Federal



Figura 3.1 – Evolução da Legislação Brasileira Quanto à ITV

Dentro da PNMA foi instituído o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do SISNAMA, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90, e tem por competência estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição causada por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante anuência dos Ministérios competentes. As resoluções são lançadas para tratar de deliberação vinculada a diretrizes e normas técnicas, critérios e padrões relativos à proteção ambiental e ao uso sustentável dos recursos ambientais.

A Resolução nº 18 do CONAMA, de maio de 1986, institui, em caráter nacional, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), com os objetivos de:

- reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores, visando atender aos Padrões de Qualidade do Ar, especialmente nos centros urbanos;
- promover o desenvolvimento tecnológico nacional tanto na engenharia automobilística como também em métodos e equipamentos para ensaios e medições da emissão de poluentes;
- criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso;
- promover a conscientização da população com relação à questão da poluição do ar por veículos automotores;
- estabelecer condições de avaliação dos resultados alcançados;
- promover a melhoria das características técnicas dos combustíveis líquidos postos à disposição da frota nacional de veículos automotores, com o fim de reduzir as emissões poluidoras da atmosfera.

Considerando a necessidade de padrões de emissão para veículos em uso e a uniformização dos procedimentos a serem adotados na implantação de Programa de Inspeção/Manutenção de Veículos Automotores em Uso, o CONAMA baixou, em 31 de agosto de 1993, a Resolução nº 7, que define diretrizes básicas e padrões para o estabelecimento do referido programa. Os limites para fins de inspeção de veículos leves de Ciclo Otto, segundo o disposto nessa resolução, são apresentados nas Tabelas 3.1 e 3.2.

Tabela 3.1 – Limites para Fins de Inspeção de Veículos Leves do Ciclo Otto – Monóxido de Carbono CO em Marcha Lenta e 2500 rpm

Ano	Limites (% vol.)	
Até 1979	7,0 (*)	6,0
1980 – 1988	6,5 (*)	5,0
1989	6,0 (*)	4,0
1990 – 1991	6,0 (*)	3,5
1992 – 1996	5,0 (*)	3,0
a partir de 1997	1,5 (*)	1,0

(\*) Limites de CO opcionais, válidos somente para o estágio inicial do programa.

Fonte: CONAMA (1993)

Tabela 3.2 – Combustível não Queimado não Corrigido – HC em Marcha Lenta - 2500 rpm

Combustível	Limites em ppm (parte por milhão)	
	Gasolina/ Mistura Gasolina/Álcool Gás Combustível GNV (ppm)	Álcool Mistura Ternária (ppm)
Ano/Modelo - Todos	700	1.100

Fonte: CONAMA (1993)

Também é determinada, para todos os veículos, a diluição mínima de 6% de CO + CO<sub>2</sub> e velocidade angular em regime de marcha lenta entre 600 a 1200 rpm.

De acordo com tal resolução, os Programas de Inspeção/Manutenção (I/M) serão implantados, prioritariamente, em regiões que apresentem um comprometimento da qualidade do ar devido às emissões de poluentes pela frota circulante. A periodicidade da inspeção deverá ser definida pelos órgãos competentes e poderá ser de no máximo uma vez a cada ano, podendo, contudo, ser prevista uma frequência maior, no caso de frotas urbanas de uso intenso.

O critério de rejeição/aprovação/reprovação dos veículos inspecionados nos Programas de I/M deve ser tal que, se o veículo for reprovado em um único item relativo à inspeção visual ou aos parâmetros medidos, será rejeitado/reprovado na inspeção. Os órgãos competentes deverão divulgar as condições de participação da frota alvo no programa e as informações básicas relacionadas à inspeção.

Os Programas de I/M deverão ser dimensionados, prevendo a construção de linhas de inspeção para veículos leves e pesados, na proporção adequada à frota. As inspeções obrigatórias deverão ser realizadas em centros de inspeção distribuídos dentro da área de abrangência do programa. A implantação e a operação dos Programas de I/M poderão ser realizadas por empresas com experiência comprovada na área, especialmente credenciadas ou contratadas pelos órgãos competentes, ficando sob a responsabilidade destes a supervisão, o acompanhamento e o controle de tais empresas. Poderão ser autorizadas ou instaladas estações móveis de inspeção para solucionar problemas de abrangência específica ou para o atendimento local de grandes frotas cativas.

Os centros de inspeção, no que se refere a sua implantação e operação, deverão apresentar as seguintes características:

- ser construídos em locais escolhidos adequadamente para que seu funcionamento não implique em prejuízo do tráfego nas imediações;
- possuir área de estacionamento para funcionários e visitantes, área de circulação e espera dos veículos, área coberta para serviços gerais e administrativos e bem como instalações para a guarda de materiais, peças de reposição e gases de calibração;
- ser cobertos, possibilitando o desenvolvimento das atividades de inspeção independentemente das condições climáticas, e dispor de ventilação adequada para permitir a inspeção de veículos com o motor ligado;
- ser adequadamente dimensionados e possuir sistema de múltiplas linhas de inspeção, de modo a evitar interrupções das atividades e filas com tempo de espera superior a 30 minutos;
- funcionar em regime de horário que possibilite o atendimento adequado aos usuários;
- as atividades de coleta de dados, registro de informações, execução dos procedimentos de inspeção, comparação dos dados de inspeção com os limites estabelecidos e fornecimento de certificados e relatórios deverão ser realizadas através de sistemas informatizados;
- os sistemas de inspeção deverão permitir o acesso, em tempo real, aos dados de inspeção em cada linha bem como o controle do movimento diário pela unidade de

supervisão do programa, a qual deverá estar permanentemente interligada com os centros de inspeção;

- os sistemas de inspeção devem ser projetados e operados de modo a impedir o acesso, pelos operadores de linha, aos controles de procedimentos ou critérios de rejeição/aprovação/reprovação;
- somente os operadores certificados poderão ter acesso ao sistema de operação das linhas de inspeção, através de código individual;
- as linhas de inspeção deverão ser operadas por pessoal devidamente treinado e certificado para o desenvolvimento das atividades de inspeção;
- é de responsabilidade do órgão ou empresa contratada/credenciada a certificação de operadores de linha dos centros de inspeção;
- os operadores de linha deverão ser certificados periodicamente, para a atualização em novas tecnologias empregadas para o controle das emissões de poluentes pelos veículos;
- nenhum serviço de ajuste ou reparo de veículos poderá ser realizado nos centros de inspeção e os operadores de linha e o pessoal de apoio e supervisão não poderão recomendar empresas para realização dos serviços.

Em 28 de outubro de 1993, o Presidente da República sancionou a Lei nº 8.723, a qual dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores produzidos a partir de 1997.

Analisando as disposições da Resolução nº 7 CONAMA e considerando ser de interesse público o desenvolvimento dos Programas de I/M no âmbito de um planejamento regional integral, a envolver de forma harmoniosa as administrações estaduais e municipais, o CONAMA baixou a Resolução nº 15, de 29 de setembro de 1994. Essa resolução vincula a implantação de Programas de I/M à elaboração, pelo órgão ambiental estadual, de um Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso (PCPV), que disponha sobre as medidas de controle, as regiões priorizadas e os embasamentos técnicos e legais.

A Resolução nº 18 CONAMA, de 13 de dezembro de 1995, estabeleceu que a implantação de Programa de I/M somente poderá ser feita após a elaboração de um PCPV, que apresente, de forma clara e objetiva, as medidas de controle, as regiões priorizadas e os

embasamentos técnicos e legais, elaborado conjuntamente pelos órgãos ambientais estaduais e municipais.

Tendo em vista as Resoluções nº 18 CONAMA, de 1986 e 1995, e a Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993, o CONAMA, por meio da Resolução nº 227, de 20 de agosto de 1997, dispôs que a implantação de Programas de I/M de Veículos em Uso deve ser realizada somente pelos órgãos ambientais estaduais e municipais.

Nesse mesmo ano, o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, determina, no artigo 104, que todos os veículos em circulação terão suas condições de segurança, de controle de emissão de poluentes e de ruído avaliadas mediante inspeção, a qual será obrigatória, na forma e periodicidade estabelecida pelo CONTRAN, para os itens de segurança, e pelo CONAMA, para a emissão de gases poluentes e ruído. Além disso, acrescentou que o proprietário, ao licenciar o veículo, deverá comprovar a aprovação nas inspeções de segurança veicular e de controle de poluentes (art. 131, § 3º).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), obedecendo ao novo Código de Trânsito Brasileiro, lança no mesmo ano as normas: NBR 14040:1998 – Inspeção de Segurança Veicular – Veículos Leves e Pesados, e NBR 14180:1998 – Inspeção de Segurança Veicular – Motocicletas e Assemelhados.

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), na Resolução nº 84, de 19 de novembro de 1998, estabeleceu normas referentes à Inspeção Técnica de Veículos ITV, de acordo com o artigo 104 do CTB. Nessa resolução, são apresentadas a forma da inspeção, a periodicidade, as estações de inspeção, a habilitação dos inspetores técnicos e o modelo de administração do sistema. Considerando a insuficiência do prazo estabelecido para a elaboração da nova adequação da forma de inspeção de segurança veicular, o CONTRAN, por meio da Resolução nº 107, de 21 de dezembro 1999, suspende a vigência da Resolução nº 84 CONTRAN.

O CONAMA, obedecendo ao artigo 104 da Lei nº 9.503/97 e complementado as Resoluções nºs 7/93 e 18/95, lança as Resoluções nº 251, de 7 de janeiro de 1999, e nº 252, de 12 de fevereiro de 1999. A Resolução nº 251 dispõe sobre critérios, procedimentos e limites máximos de opacidade da emissão de escapamento para a avaliação do estado de

manutenção dos veículos automotores do Ciclo Diesel, em uso no território nacional, a serem utilizados para os Programas de I/M. Já a Resolução n° 252, define, para todos os veículos rodoviários automotores, limites máximos de ruído nas proximidades do escapamento, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso.

A Resolução n° 256 CONAMA, de 30 de junho de 1999, determina que a aprovação na inspeção de emissões de poluentes e ruído, prevista no artigo 104 do CTB, é exigência para o licenciamento de veículos automotores, nos municípios abrangidos pelo PCPV, nos termos do artigo 131, parágrafo 3°, do CTB. Caberá aos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente a responsabilidade pela implementação das providências necessárias à consecução das inspeções. Foi concedido o prazo de 18 meses, a partir da data da publicação da resolução, para que Estados e Municípios atendam ao disposto nas resoluções do CONAMA, em especial às de n°s 7/93 e 18/95, elaborando, aprovando e publicando os respectivos PCPV e implantando os programas de I/M definidos no PCPV. Na hipótese da entidade governamental optar pela execução indireta, fica definido um prazo adicional de 1 (um) ano, prorrogável por mais seis meses, para a efetiva implementação do Programa de I/M.

O CONAMA regulamentará, mediante resolução complementar, as condições de circulação para outros veículos, oriundos de Municípios não incluídos em Programas de I/M. Os Municípios com frota total igual ou superior a três milhões de veículos poderão implantar Programas de I/M próprios, mediante convênio específico com o Estado. Para que os órgãos executivos de trânsito dos Estados possam operacionalizar os procedimentos de sua competência no Programa I/M, os órgãos ambientais executores deverão fornecer informações sobre as multas ambientais aplicadas aos veículos e sobre os veículos aprovados nas inspeções de emissões de poluentes e ruído.

Ainda segundo a Resolução n° 256/99 CONAMA as inspeções serão realizadas por profissionais regularmente habilitados em cursos de capacitação específicos para Programas de I/M. O inspetor de controle de emissões veiculares, para atuar em uma estação, deve atender aos seguintes requisitos:

- possuir carteira nacional de habilitação;
- ter escolaridade mínima de segundo grau;

- possuir curso técnico completo em automobilística ou mecânica, ou experiência comprovada no exercício de função na área de veículos automotores superior a um ano;
- haver concluído curso preparatório para inspetor técnico de emissões veiculares;
- não ser proprietário, sócio ou empregado de empresa que realize reparação, recondiçãoamento ou comércio de peças de veículos.

A avaliação da qualificação técnica será feita mediante exame de conhecimentos teóricos e práticos, de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo poder público responsável. O valor dos serviços de I/M será cobrado como preço público, fixado pelo órgão responsável, o qual também definirá os procedimentos de reajuste e revisão.

Os serviços poderão ser executados diretamente ou contratados pelo poder público para execução indireta. Na hipótese da execução indireta, por concessão ou outra forma prevista em lei, não poderá haver sub-contratação dos serviços. Na hipótese da execução por administração direta, não poderá haver terceirização dos serviços.

Todo o processo de inspeção técnica de emissão de poluentes e ruído será submetido à auditoria por instituições idôneas. O funcionamento das estações de inspeção obedecerá às normas estabelecidas nas resoluções do CONAMA.

Os órgãos estaduais e municipais de meio ambiente poderão, mediante acordo específico, com a anuência de todos os partícipes, celebrar convênio com o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), objetivando a execução, por delegação, das inspeções de emissões de poluentes e ruído, por meio de empresas por ele selecionadas, mediante processo licitatório.

A ABNT, em 2000, complementando as NBR 14040:1998 e NBR 14180:1998, instituiu a NBR 14624:2000 – Codificação dos Itens de Inspeção de Segurança Veicular.

Diante do expressivo crescimento da frota de ciclomotores, motocicletas e similares nas principais regiões do país, o CONAMA publica a Resolução nº 297, de 26 de fevereiro de 2002, estabelecendo os limites para a emissão de poluentes dos referidos veículos. É criado como requisito prévio para a importação, produção e comercialização de ciclomotores

novos, motocicletos novos e similares, em todo o Território Nacional, a Licença para Uso da Configuração de Ciclomotores, Motociclos e Similares (LCM).

No Brasil, os veículos habilitados para realizar transporte rodoviário internacional de carga deverão portar o respectivo Certificado de Inspeção Técnica Veicular Periódica (CITV), buscando atender às condições estabelecidas na Resolução Mercosul/ GMC N° 75, de 13 de dezembro de 1997. A Polícia Rodoviária Federal, a partir da Instrução Normativa n° 12, de 20 de agosto de 2002, credencia e fiscaliza terceiros para execução dessa Inspeção Técnica Veicular, conforme Deliberação n° 35 do CONTRAN, de 4 de junho de 2002.

A Resolução n° 315 CONAMA, de 29 de outubro de 2002, apresenta as novas etapas do PROCONVE, em caráter nacional, para serem atendidas nas homologações dos veículos automotores novos, nacionais e importados, leves e pesados, destinados exclusivamente ao mercado interno brasileiro, com os objetivos de:

- reduzir os níveis de emissão de poluentes pelo escapamento e por evaporação, visando ao atendimento dos padrões nacionais de qualidade ambiental vigentes;
- promover o desenvolvimento tecnológico nacional tanto na engenharia de projeto e fabricação como também em métodos e equipamentos para o controle de emissão de poluentes;
- promover a adequação dos combustíveis automotivos comercializados, para que resultem em produtos menos agressivos ao meio ambiente e à saúde pública, e que permitam a adoção de novas tecnologias automotivas.

Complementando a Resolução n° 297/02, o CONAMA baixa a Resolução n° 342, de 25 de dezembro de 2003, determinando novos limites para emissões de gases poluentes pelo escapamento para motocicletos e veículos similares novos.

### **3.2 – PROGRAMAS DE INSPEÇÃO NO BRASIL**

Apesar de o CTB estabelecer que todos os veículos em circulação, para serem licenciados, deverão comprovar sua aprovação nas inspeções de segurança veicular e de emissões de poluentes e ruído, apenas o Estado do Rio de Janeiro e o Município de São Paulo apresentam programas de inspeção.

### **3.2.1 - O Programa de Inspeção do Estado do Rio de Janeiro**

O Estado do Rio de Janeiro é precursor na implantação de um programa de ITV no Brasil. Desde julho de 1997, seu programa é vinculado ao licenciamento anual de todos os veículos da frota. Foi firmado um convênio entre o Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro (DETRAN/RJ) e a Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente (FEEMA) com o objetivo de regulamentar a colaboração e parceria, de forma que o DETRAN/RJ, em nome da FEEMA, pudesse promover o controle de emissão de gases poluentes e ruído dos veículos automotores registrados e licenciados no Estado do Rio de Janeiro.

A Diretoria de Atendimento ao Público do DETRAN/RJ fornece assessoria executiva ao programa, planeja, constrói, implanta e opera os postos de vistoria, bem como participa do gerenciamento de pessoal. O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) é responsável pela verificação da calibração das máquinas de vistoria e pela homologação de todos os equipamentos envolvidos na aferição de gases. A empresa de gases industriais e medicinais White Martins é responsável pelo fornecimento do banco de gases padrão para as máquinas que realizam as vistorias dos veículos de Ciclo Otto.

O programa de ITV tinha por objetivo, inicialmente, apenas a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, área mais crítica quanto à qualidade do ar, apresentando 22 postos de vistoria. A partir de 1999, com o termo aditivo de prorrogação de convênio, determinou-se a extensão do programa para todos os 92 Municípios do Estado. Reduziu-se o número de postos da região metropolitana para 19, tendo sido instalados, gradualmente, postos de vistoria no interior. Em 2006, o interior do Estado já apresentava 23 postos de ITV cobrindo 46 Municípios.

No início, os postos de vistoria eram construídos rapidamente, sem um projeto arquitetônico definido. Utilizava-se uma estrutura tubular, sem alvenaria e com cobertura de chapas metálicas. Para garantir uma adequada ventilação do ambiente de trabalho, o pé direito da edificação era de 4 metros. Essa configuração mantinha o ambiente de trabalho bem ventilado, porém o expunha ao vento, poeira e chuvas. A Figura 3.2 mostra um desses postos.



Figura 3.2 – Modelo de Posto de Vistoria do Início do Programa  
(Ministério do Meio Ambiente, 2006)

Para garantir uma maior adequação, foi desenvolvido um projeto arquitetônico que corrigisse as falhas encontradas. Essa nova alternativa apresentava um maior espaçamento entre as linhas de inspeção, área de espera para os usuários, sala de reuniões e um estacionamento bem amplo. A edificação replanejada apresentava estrutura de sustentação com paredes em alvenaria, como mostra Figura 3.3.



Figura 3.3 – Novo Modelo de Posto de Vistoria (Ministério do Meio Ambiente, 2006)

Buscando atender à legislação de emissão de poluentes, desenvolveu-se um novo projeto em que se levasse em consideração as linhas de inspeção equipadas com dinamômetros. Esse projeto é mais moderno e adequado (Figura 3.4). O processamento e controle dos dados é centralizado em um edifício principal.



Figura 3.4 – Posto de Vistoria com Linha de ITV (Ministério do Meio Ambiente, 2006)

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2006), a capacidade instalada de cada posto depende do número total de linhas instaladas. Cada linha é capaz de realizar 50 vistorias por dia. Considerando que os postos permanecem em funcionamento de segunda a sábado, garantindo em média 25 dias de funcionamento por mês, obtém-se uma capacidade mensal, por linha de inspeção, de 1.250 vistorias.

Os aspectos negativos do Programa de ITV do Rio de Janeiro são:

- os vistoriadores, técnicos de controle e auxiliares são estagiários da rede de ensino universitária da região, muitas vezes oriundos de cursos completamente diferentes da atividade exercida nos postos. Isso ocasiona uma grande rotatividade da mão-de-obra e implica na baixa profissionalização da atividade. São serviços temporários, em média de onze meses, existindo a possibilidade de renovação;

- dos veículos reprovados nos testes de emissão, somente os de uso intensivo não podem obter o documento de licenciamento enquanto não realizarem o reparo necessário, tendo o programa apenas caráter educativo, no que diz respeito às emissões, para grande parte dos veículos em circulação;
- a auditoria dos postos de inspeção verificou que muitos funcionários não realizam o pré-condicionamento do motor a 2.500 rpm durante 30 segundos, com o objetivo de descontaminar o *carter* do motor de qualquer impureza de HC, prejudicando o teste de emissão. Além disso, notou-se a ausência do segundo teste em caso de reprovação em HC e/ou CO;
- durante o teste de ruído há interferência de fundo no local da vistoria, impossibilitando a leitura correta dos valores medidos e obrigando a não realização do teste.

### 3.2.2 - O Programa de Inspeção do Município de São Paulo

O Programa de Inspeção do Município de São Paulo teve início em 2008, com a inspeção obrigatória dos veículos movidos a diesel e caminhões (Figura 3.5). A partir de 2009, todos os veículos, incluindo as motocicletas e os caminhões, produzidos de 2003 a 2008, passarão pela inspeção ambiental, com o objetivo de avaliar a emissão de poluentes, apenas.



Figura 3.5 – Centro de Inspeção Controlar – Município de São Paulo (Controlar, 2009)

A empresa Controlar é responsável pelo serviço, utilizando uma rede de sete centros de inspeção. O custo da inspeção é de R\$ 52,73, podendo esse valor ser devolvido ao proprietário caso o veículo seja aprovado e não tenha dívidas com a Prefeitura. O veículo que não realizar ou não passar na inspeção, não poderá ser licenciado no ano seguinte e estará sujeito à multa.

### **3.3 - EQUIPAMENTOS E LINHA DE INSPEÇÃO**

Para os equipamentos e linha de inspeção propõem-se o uso do modelo criado por Novaes (2006) para a realização mais rápida e eficiente da ITV. Ele sugere em sua dissertação a padronização das linhas de inspeção e os respectivos equipamentos, de forma a criar modelos de Estações de ITV, tendo por base a produtividade mais próxima do ótimo e buscando fornecer parâmetros para definições de custos. Seu trabalho teve como fundamento a avaliação técnica e econômica de modelos de ITV do Ministério da Ciência e Tecnologia (2000).

Os equipamentos foram definidos a partir das NBR 14040:19998 e NBR 14180:1998, quanto à segurança veicular, e Resoluções n°s 07/93, 251/99 e 252/99 CONAMA, para a emissão de poluentes. Nas Figuras 3.8 a 3.13, são apresentados os equipamentos existentes no Departamento de Normalização e Inspeção (DNI) do Centro de Tecnologia da Universidade de Campinas (CT/UNICAMP). Para a definição dos modelos de estações, a base foi o levantamento da experiência estrangeira, seja por relatórios, plantas e fotos seja por observação das instalações existentes através de visitas técnicas nos países em que o sistema estava implantado ou em implantação.

#### **3.3.1 - Equipamentos portáteis**

Esses equipamentos, por serem de pequeno porte, podem ser operados em pequenas estações e portanto não influenciam decisivamente no comprimento das linhas de inspeção.

##### **3.3.1.1 - Analisador de gases**

Destina-se à avaliação dos níveis de emissões de gases (CO, HC e diluição CO + CO<sub>2</sub>) em veículos com motor de Ciclo Otto.



Figura 3.6 – Analisador de Gases e Fumaça Sun CGS-5500 PC (Snaponsun, 2008)

### 3.3.1.2 – Opacímetro

Destina-se à medição da quantidade de fuligem emitida por veículos com motor de Ciclo Diesel.



Figura 3.7 - Opacímetro - Analisador de Fumaça Diesel Bosch EAM 3.011 (Bosch, 2008)

### 3.3.1.3 - Medidor de nível de som (decibelímetro)

Destina-se à medição do nível de ruído emitido pelo veículo na condição parado, através do posicionamento do microfone próximo à saída do cano de descarga do sistema de exaustão.



Figura 3.8 – Decibelímetro em Uso – DNI/CT/UNICAMP (Novaes, 2006)

#### 3.3.1.4 - Regloscópio

Destina-se a verificar o alinhamento dos faróis e a intensidade de luz.



Figura 3.9 – Regloscópio em Uso – DNI/CT/UNICAMP (Novaes, 2006)

#### 3.3.2 Equipamentos fixos

Fazem parte das linhas de inspeção, as quais são compostas de quatro módulos de equipamentos fixos, exceto as de veículos pesados, que utilizam somente três módulos de equipamentos fixos, e destinam-se à avaliação de itens relacionados à segurança veicular.

### 3.3.2.1 - Placa de verificação do alinhamento das rodas

Analisa o alinhamento entre as rodas de um eixo, através da passagem de uma das rodas sobre uma placa deslizante, estando a outra sobre o solo. Informa o desvio em metros por quilômetro.



Figura 3.10 – Placa de Verificação do Alinhamento das Rodas – DNI/CT/UNICAMP  
(Novaes, 2006)

### 3.3.2.2 - Placa de verificação da suspensão (veículos leves)

Avalia o peso estático e o índice de transferência de peso ao solo de cada roda de um eixo, quando utilizada.



Figura 3.11 – Placas de Verificação da Suspensão – DNI/CT/UNICAMP (Novaes, 2006)

### 3.3.2.3 - Frenômetro

Examina os esforços e o desequilíbrio de frenagem entre as rodas, tanto para o sistema de freios de serviço como para o de estacionamento. No módulo de veículos pesados também verifica o peso.



Figura 3.12 – Frenômetro – DNI/CT/UNICAMP (Novaes, 2006)

### 3.3.2.4 - Placas de verificação de folgas

São placas com movimentos no plano horizontal que permitem a visualização de folgas e outros defeitos dos sistemas de suspensão e direção. Esse módulo apenas facilita a inspeção visual do inspetor, pois não executa medidas. A sua instalação deve ser em fosso ou elevador.



Figura 3.13 – Placas de Verificação de Folgas – DNI/CT/UNICAMP (Novaes, 2006)

### 3.3.3 - Linhas de inspeção

Novaes (2006) considera os equipamentos portáteis, como analisador de gases, opacímetro, medidor de nível de som e regloscópio, desnecessários na composição da linha de inspeção e nos modelos de estações de ITV.

#### 3.3.3.1 - Linha leve

Adequado à inspeção de automóveis, camionetas, camionetes com capacidade de carga até 1500 kg e reboques com PBT até 750 kg. A disposição dos módulos (equipamentos fixos) será sempre considerada a mesma. O que será alterado é a distância entre os módulos, de forma a variar a taxa de inspeção (veículos/ano). Os comprimentos totais das linhas (equipamentos + espaçamentos) propostos são: 28m e 32m para as convencionais, todas linhas leves (Figura 3.14) e 40m para a mista (leve e pesada-Figura 3.15)

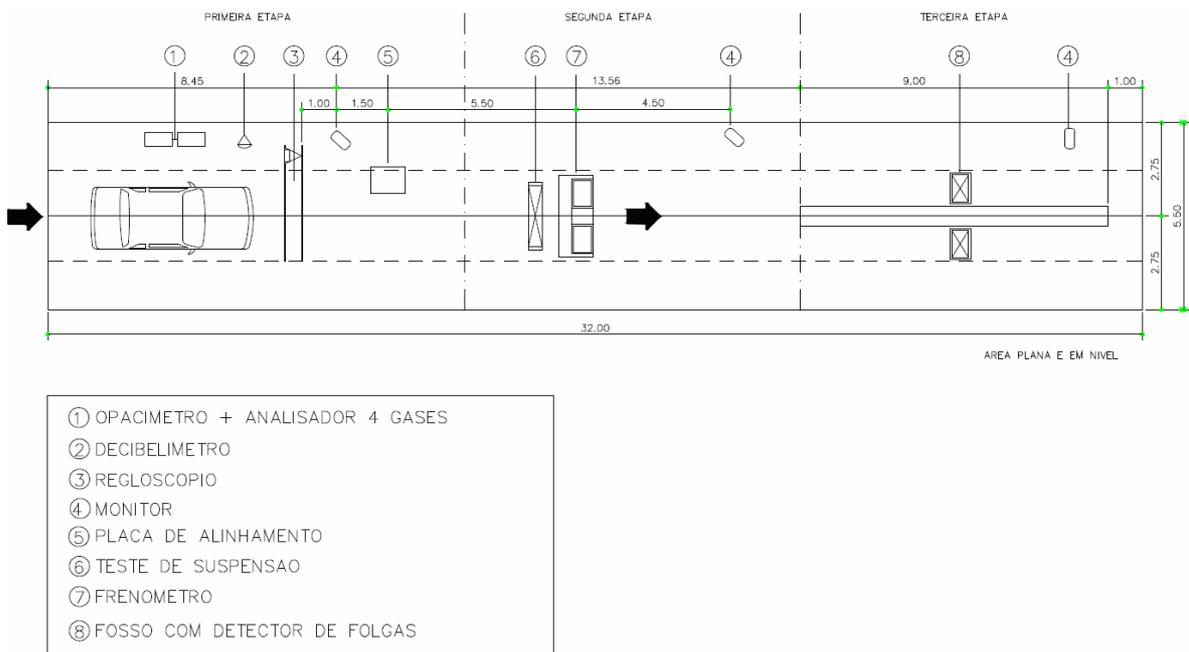


Figura 3.14 – Linha Leve com Comprimento de 32m (Novaes, 2006)

#### 3.3.3.2 - Linha pesada e linha mista

Segundo Novaes (2006), a linha mista é semelhante à leve na disposição dos módulos, porém os de alinhamento, freio e folgas são adequados para suportarem veículos pesados

(microônibus, ônibus, caminhões, reboques e semi-reboques). Por definição de norma, os veículos pesados não passam pelo módulo de suspensão, que é apenas utilizado pelos veículos leves. A linha pesada tem a mesma disposição, mas sem o módulo de verificação de suspensão, pois somente é utilizado para veículos leves e não serão propostas nas estações apresentadas, pois as mistas apresentam uma relação custo/benefício mais adequada.

O comprimento proposto é 40m para a universal pesada/mista (Figura 3.15). Nas propostas de estações esse comprimento poderá ser alterados para adequar produção e produtividade

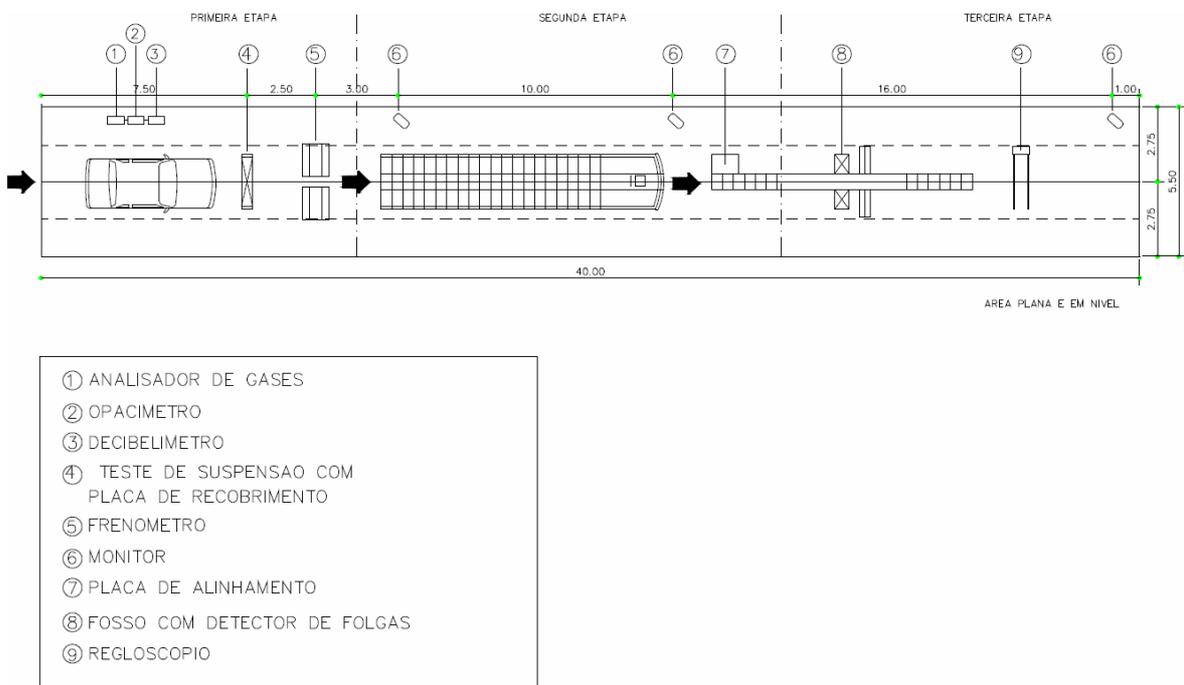


Figura 3.15 – Linha Mista (Novaes, 2006)

### 3.3.4 - Produtividade

Segundo Novaes (2006), a produção real a ser adotada no dimensionamento dos lotes de inspeção deve levar em conta eventuais falhas ou quebras no sistema, perdas de produtividade diversas, dispersão da demanda etc., o que pode vir a reduzir a produtividade real das linhas de inspeção para valores da ordem de 60% daqueles nominais calculados para regime de operação plena. Do mesmo modo, não se pode esquecer que a produção real estará sempre associada à disponibilidade de inspetores para a execução dos serviços de inspeção técnica e esses inspetores terão suas jornadas de trabalho limitadas ou regidas

pelas leis trabalhistas, tendo sido esse o principal determinante para o dimensionamento das capacidades de atendimento de várias concorrentes aos serviços de ITV no Brasil.

Considerando uma média de três inspetores por linha leve ou pesada, cumprindo cada um a uma jornada de 44 horas semanais, com tempos de inspeção iguais a 20 minutos para veículos leves e de 30 minutos para veículos pesados, cada linha teria a capacidade de atender no máximo às seguintes quantidades de veículos, conforme MCT/CT/DNI/UNICAMP (2000, apud Novaes, 2006) :

- veículos leves:  $3 \text{ inspetores} \times 520 \text{ minutos} / 20 \text{ minutos} / \text{veículo} = 78 \text{ veículos/dia}$ , ou ainda, 15.600 veículos/ano;
- veículos pesados:  $3 \text{ inspetores} \times 520 \text{ minutos} / 30 \text{ minutos} / \text{veículo} = 52 \text{ veículos/dia}$ , ou ainda, 10.400 veículos/ano.

Sobre esses valores, Novaes (2006) recomenda a aplicação de percentuais próximos a 10% de perdas na produção, representando deslocamentos dos funcionários, interrupções acidentais ou não, dispersão da demanda e outras, que resultarão nas seguintes produções reais estimadas, para cada tipo de linha:

- veículos leves: 14.000 veículos/ano;
- veículos pesados: 9.000 veículos/ano.

### **3.4 - ESTAÇÕES DE INSPEÇÃO TÉCNICA VEICULAR**

Estações de ITV são edificações com instalações para a inspeção, onde estão abrigados toda a linha de inspeção e os demais equipamentos necessários. Novaes (2006) apresenta propostas de estações para atender às concentrações de veículos nas diversas regiões do país, tendo como fator prioritário a produtividade. São desenvolvidos modelos de estações com dimensões adequadas para a inspeção, com comprimentos e larguras bem definidos, ficando a parte de atendimento, escritório e sanitários colocados de maneira a adequarem-se ao espaço definido pela parte técnica. Nos itens abaixo são apresentadas estações de alta produtividade, consideradas ideais para o programa de ITV nos Municípios e Estados brasileiros.

### 3.4.1 - Estação simples-leve - Tipo A

A estação é composta de uma linha leve e demais equipamentos e instalações administrativas compatíveis (Figuras 3.16 e 3.17). Considerando sua produtividade de 14.000 veículos/ano, a edificação da parte técnica tem 28m de comprimento e 5,5m de largura.

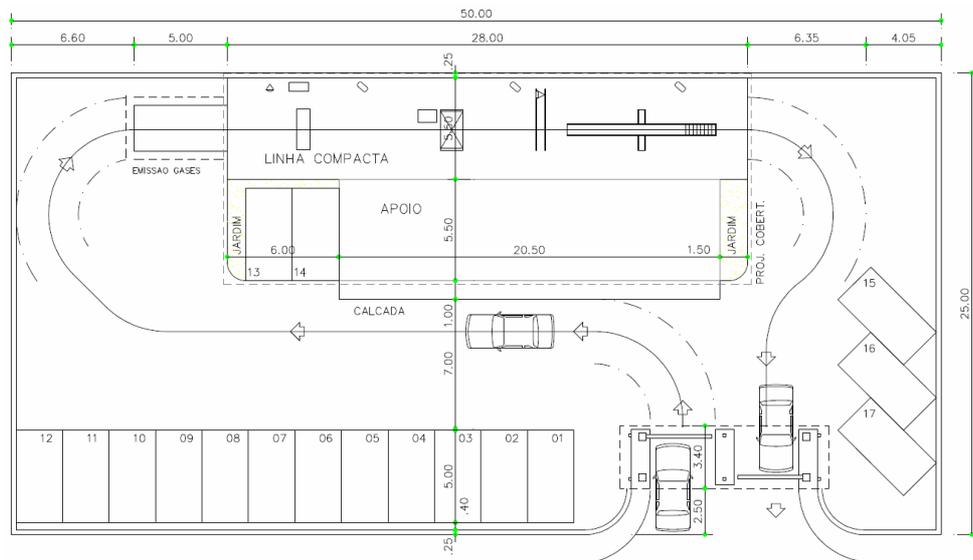


Figura 3.16 - Estação Simples Leve – Tipo A – 1 Linha Leve (Novaes, 2006)

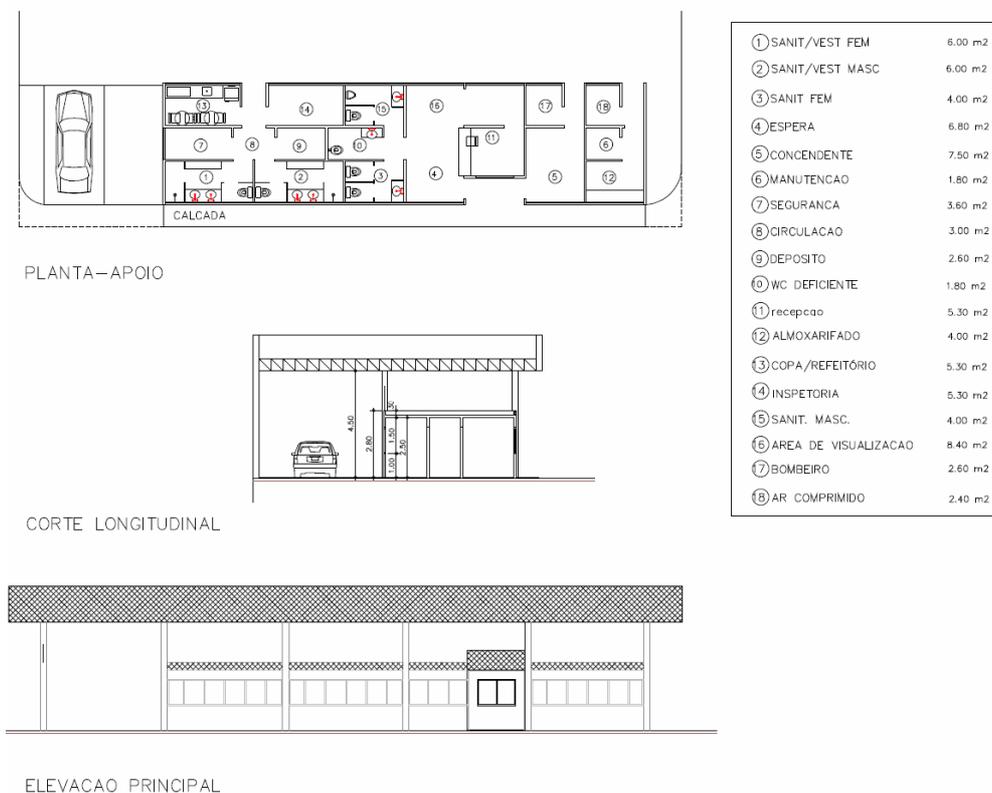


Figura 3.17 - Estação Tipo A (Novaes, 2006)

### 3.4.2 - Estação dupla-leve/mista - Tipo B

A estação é composta de uma linha leve e uma mista, que possibilita a inspeção de veículos leves e pesados (Figuras 3.18 e 3.19). Neste caso, é considerada uma produtividade de 23.000 veículos/ano e a definição do comprimento é baseada na linha pesada (ou mista), ou seja, 40m de comprimento. A linha mista também pode ser denominada universal.

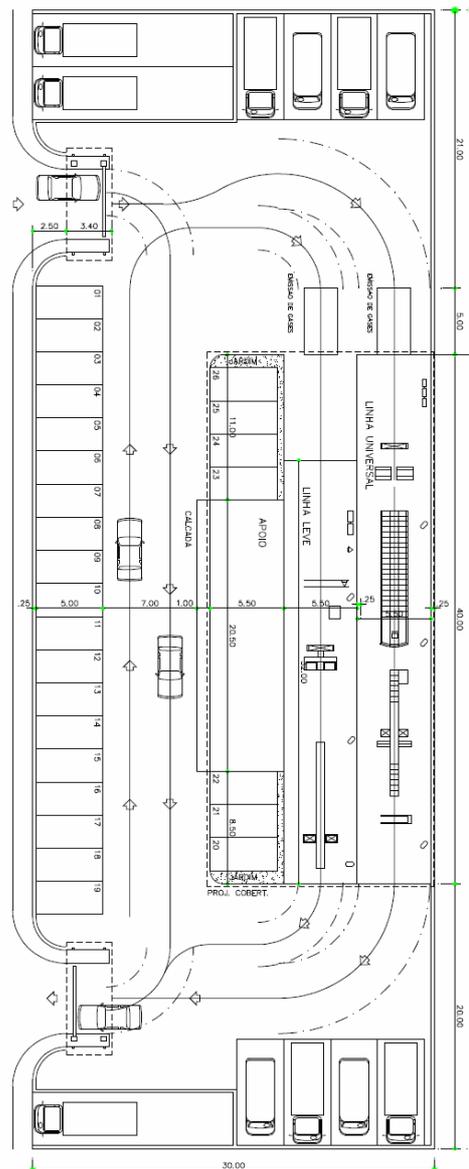


Figura 3.18 - Estação Simples-Leve/Mista – Tipo B – 1 Linha Leve e 1 Linha Mista  
(Novaes, 2006)

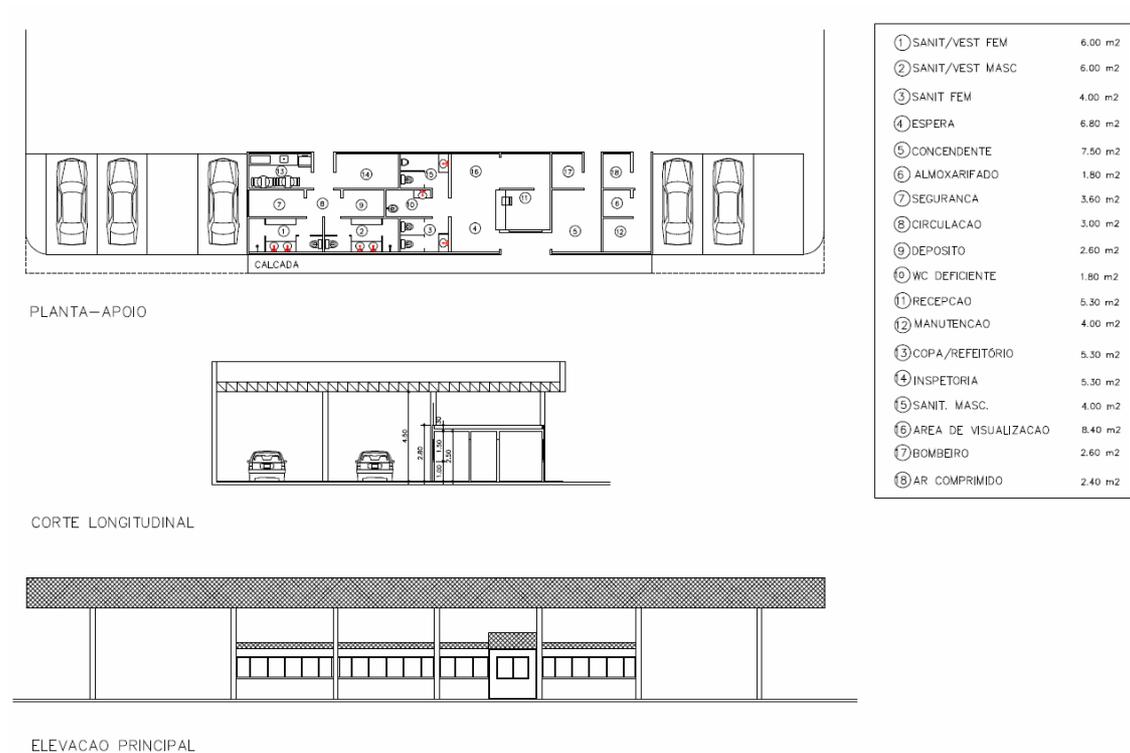


Figura 3.19 - Estação Tipo B (Novaes, 2006)

### 3.4.3 - Estação múltipla - Tipo D

A estação pode ser composta por linhas leves, pesadas e mistas, combinadas da maneira mais adequada à frota a ser inspecionada. Nesta proposta serão consideradas quatro linhas leves e duas pesadas ou mistas, perfazendo um total de seis linhas (Figuras 3.20 e 3.21). A produtividade gira em torno de 74.000 veículos/ano.

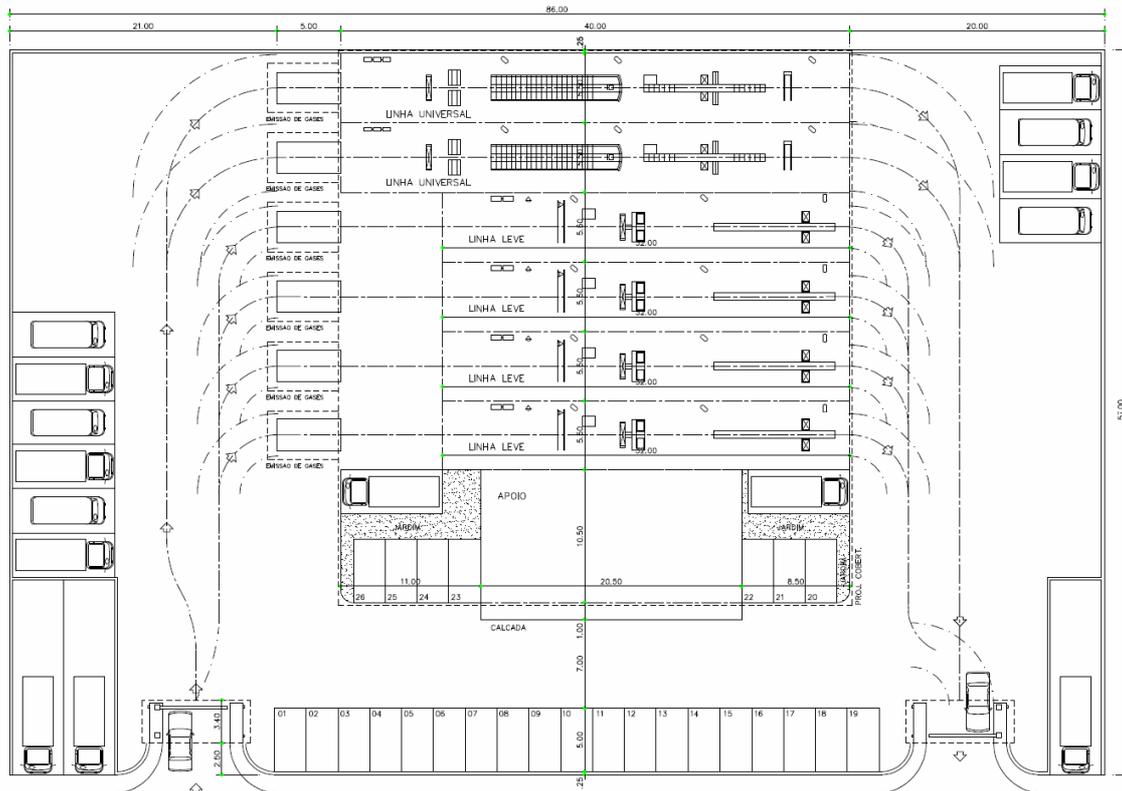


Figura 3.20 - Estação Múltipla – Tipo D – 4 Linhas Leves e 2 Linhas Mistas (Novaes, 2006)

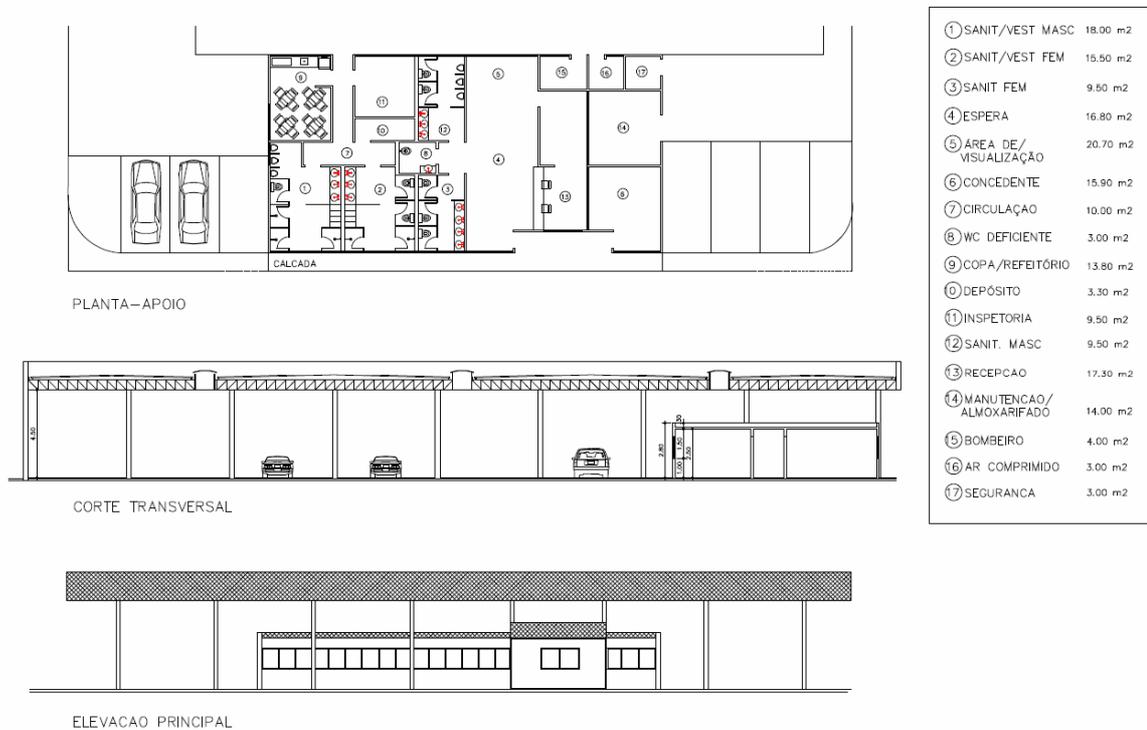


Figura 3.21 - Estação Tipo D (Novaes, 2006)

### **3.5 – TÓPICOS CONCLUSIVOS**

O exame da legislação vigente quanto à ITV no Brasil é importante para a definição de uma rede de estações de ITV nos centros urbanos brasileiros. Apesar de toda a legislação existente e dos equipamentos e modelos de estações propostos para o país, apenas o Estado do Rio de Janeiro e o Município de São Paulo apresentam programas de inspeção.

O trabalho de Novaes (2006), quanto à padronização de equipamento, linhas de inspeção e estações de ITV, é uma peça importante para a definição das linhas de inspeção no procedimento proposto no Capítulos 5.

A seguir é feita a análise dos critérios e métodos existentes para a solução de problemas de localização de instalações.

## 4 - LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES

A definição da localização de instalações em uma rede da cadeia de suprimentos é um problema comum e dos mais importantes para os profissionais de logística. Sua importância decorre dos altos investimentos envolvidos e dos profundos impactos que as decisões de localização têm sobre os custos. Caracterizados por um alto nível de complexidade e pelo intensivo uso de dados, os estudos de localização atualmente dispõem de novas tecnologias que permitem tratar os sistemas logísticos de forma efetivamente integrada.

Segundo Romero (2006), considera-se que a introdução da teoria da localização na literatura ocorreu, em 1909, através de Alfred Weber, o qual analisou como posicionar um depósito de forma a minimizar a soma das distâncias de um conjunto de clientes para a instalação deste. O modelo de Weber estabelecia as seguintes hipóteses:

- as localizações dos mercados consumidores e das fontes de abastecimentos são conhecidas *a priori*;
- os volumes de transporte entre o centro de distribuição e os pontos de abastecimentos e consumo não dependem da posição final que o centro venha a ocupar;
- o trajeto dos transportes é realizado em linha reta;
- o custo de transporte é proporcional à distância a ser percorrida e o peso a ser transportado.

Desde então, os estudos de localização, comumente, buscam minimizar os custos de uma rede, a qual está sujeita às restrições de capacidade das instalações, tendo de atender a uma determinada demanda e satisfazendo certos limites de nível de serviço. Os fatores relevantes para uma análise detalhada são: previsões de demanda para cada produto, limitações de capacidade, taxas de produção, prováveis localizações das instalações, possíveis ligações entre elas e os custos de transportes. O que rotineiramente busca-se determinar é:

- localização dos estabelecimentos;
- fornecedores utilizados;

- número de centros de distribuição operados;
- clientes ou zonas de mercados supridos de cada centro de distribuição;
- linhas de produto produzidas ou estocadas em cada fábrica ou centro de distribuição;
- modalidades de transporte para suprimento e para distribuição.

Para Daskin (1995, apud Romero, 2006), no problema de localização no setor privado, os custos de investimento e benefícios são tipicamente medidos em unidades monetárias. Além disso, os custos e benefícios são gerados pelas ações dos diferentes atores: a empresa, sua administração e seus investidores, que possuem os mesmos objetivos e metas. Esse contexto torna a análise, baseada em custos/benefícios, relativamente simples. Já nos problemas de localização inseridos no setor público, muitos custos e benefícios não monetários também devem ser considerados.

#### 4.1 – OS CRITÉRIOS DE LOCALIZAÇÃO

Os critérios de localização possuem diferentes graus de importância, segundo o ramo de atividades da empresa, as estratégias de expansão ou a abertura de novos negócios. Romero (2006), com base na bibliografia pesquisada em seu trabalho, criou uma lista dos diversos fatores relevantes na seleção dos locais, os quais são apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Lista de Critérios para a Localização de Instalações

CRITÉRIOS	SUB-CRITÉRIOS
1. Área para implementação:	Custo da área (considerar eventuais custos de desapropriação);
	Disponibilidade de espaço necessário para o Projeto;
	Custos associados à construção da instalação;
	Custo de operação da instalação;
	Possível existência prévia de uma instalação;
	Características intrínsecas do local (atratividade do local, flexibilidade e dimensão da instalação);
	Tempo consumido da construção.
2. Utilidades Públicas:	Disponibilidade de fornecimento de água;
	Disponibilidade de instalações de coleta de esgoto;
	Custos de fornecimento de água;
	Custo de coleta de esgoto;
	Custo de tratamento de água;

2.Utilidades Públicas:	Custo de tratamento de esgoto;
	Distância dos recursos de água e esgoto (esse critério pode ser considerado no item de custo);
	Disponibilidade de sistema de coleta de resíduos (lixo);
	Disponibilidade e confiabilidade do sistema de energia elétrica (ou outros tipos de fontes de energia, caso haja necessidade);
	Custo do fornecimento de energia elétrica;
	Custo de acessar as redes de energia;
	Distâncias às fontes ou redes de energia (este critério pode ser considerado no item de custos);
	Disponibilidade de instalações de telecomunicação;
	Disponibilidade de gás natural;
	Confiabilidade no fornecimento do gás natural;
	Custo de fornecimento de gás natural;
	Disponibilidade, qualidade e preço de utilidades e serviços em geral.
3. Acessibilidade:	Disponibilidade e custo para a mão-de-obra chegar (acessar) ao local;
	Disponibilidade e custo de transporte dos produtos (tanto entrada, quanto saída – no caso de indústrias tem que considerar matéria-prima e produtos acabados, separadamente);
	Custo de infra-estrutura de transporte;
	Distância entre o local e os fornecedores e clientes;
	Rotas de acesso (rodovia, ferrovia, hidrovia, aéreo);
	Qualidade dos serviços de transporte que atendem a região;
	Proximidade a instalações portuárias;
	Precisão e rapidez na distribuição.
4. Disponibilidade e custo da matéria-prima (fornecedores)	
5. Mercado	Identificação dos consumidores (tamanho e proximidades aos mercados consumidores);
	Estabilidade das condições de mercado;
	Análise de competitividade (considerações sobre a concorrência).
	Identificação de sazonalidade;
	Aceitação do produto;
	Estar previamente localizado ou já fazer negócio no estado;
	Proximidades de centros de distribuição;
	Identificação de investimentos previstos para região.
6. Aspectos Ambientais	Conformidade com as legislações ambientais estaduais e municipais (e custos associados);
	Dificuldade de identificação das leis ambientais;
	Obtenção de licenças ambientais;

6. Aspectos Ambientais	Políticas de controle da poluição (associado à qualidade do ar);
	Impacto no sistema hídrico;
	Impacto no ecossistema e ruído;
	Preservação do meio ambiente da região.
7. Aspectos físicos geográficos	Características geográficas e topológicas do local;
	Clima e temperatura;
	Padrões de chuvas e enchentes;
	Ventos.
8. Ocupação urbana	Cidades próximas;
	População (aceitação da população em relação à atividade da empresa/indústria na região);
	Desenvolvimento de projetos;
	Condições de uso do solo (possíveis restrições ou barreiras para a implantação do projeto);
	Questões econômicas em geral;
	Impactos sociais (considerar eventuais benefícios sócio-econômicos gerados pela implantação da instalação);
	Restrições de horário de funcionamento das instalações.
9. Recursos humanos	Legislação trabalhista;
	Grau de sindicalização;
	Disponibilidade de mão-de-obra qualificada;
	Existência de centros de treinamento e educação;
	Custos de mão-de-obra na região (salários médios – média salarial da região);
	Produtividade da mão-de-obra;
	Comunidade e ambiente de trabalho;
	Condições de trabalho.
10. Qualidade de vida	Habitação, segurança e infra-estrutura social;
	Disponibilidade de lazer;
	Disponibilidade de serviços médicos e odontológicos;
	Custo de vida da região (habitação, transporte e infra-estrutura);
	Renda per capita da região.
11. Impostos e taxas (além de valores, é necessário avaliar a estabilidade das políticas de impostos e taxas).	
12. Incentivos fiscais e tributários	Estadual;
	Municipal.
13. Governo	Presença de agências reguladoras;
	Estabilidade das políticas de governo;
	Proteção ao investimento estrangeiro;
	Transparência e eficiência administrativa;

13. Governo	Leis e regras políticas.
14. Outros	Condições de tecnologia da informação;
	Respostas rápidas às necessidades;
	Interação com outras instalações da empresa;
	Condições de financiamento;
	Custo de serviços;
	Disponibilidade e qualidade de serviços jurídicos e financeiros;
	Custo unitário;
	Técnico (equipamento – instalação e manutenção);
	Fatores operacionais (obstáculos, impacto no tráfego aéreo, situação legal da área do sítio e tipos de operações previstas).

Fonte: Romero (2006)

Além do presente levantamento, Romero (2006) destaca que:

- Em relação à atribuição de valor para a área de implantação da instalação, há uma grande preocupação na estimativa deste número. A ABNT propõe a NBR 5676, que contempla uma “Norma Brasileira para Avaliação de Imóveis Urbanos”.
- Quanto aos custos associados à construção da instalação, é possível fazer um levantamento a partir do projeto executivo da obra ou, de maneira aproximada, utilizar os Custos e Índices da Construção Civil, disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). É importante ressaltar que esses custos não são uniformes para todo o território brasileiro, sofrendo variações de acordo com o Estado e com a região do país;
- O critério acessibilidade trata não apenas da existência de estrutura viária no local, mas também da sua qualidade. Esse critério ainda envolve os custos associados aos fluxos integrantes das atividades da instalação. O custo do transporte é um fator que está ligado tanto aos produtos produzidos, armazenados ou comercializados na instalação quanto à movimentação da mão-de-obra e de clientes;
- No processo de análise de um local candidato, é preciso identificar o tamanho e a proximidade do mercado consumidor, a tendência de estabilidade deste, além de conhecer a concorrência que atua na região. A avaliação dos fluxos de destino dos produtos pode auxiliar a identificação e a caracterização do mercado consumidor;
- Para fatores extra-econômicos, relacionados com a ocupação urbana, a qualidade de vida e os aspectos físicos geográficos, é importante observar alguns pontos como

habitação, condições de vida oferecida na região, impactos gerados pela instalação e características gerais do local;

- Com o objetivo de dimensionar os recursos humanos disponíveis, realiza-se um estudo da área, incluindo extensão geográfica, população estimada, características econômicas, grau de sindicalização existente e legislação trabalhista vigente, de forma a possibilitar a avaliação da disponibilidade de mão-de-obra no local.

#### **4.2 – MÉTODOS PARA A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES**

Um dos problemas mais complexos e realistas de localização de instalações surge quando uma empresa busca implantar, simultaneamente, dois ou mais pontos ou quando se pretende aumentar a rede implantando pontos complementares. A melhor maneira de lidar com o problema de localização é entendê-lo de forma geral, pois se trata de algo comum a diversos tipos de empreendimentos. Diversos métodos de localização podem auxiliar no processo de decisão referente aos problemas de localização. Alguns deles, de forma geral, são apresentados a seguir:

- **Métodos Exatos:** segundo Ballou (2006), os métodos exatos são procedimentos com condições de garantir uma solução matemática ótima do problema de localização ou, no mínimo, uma solução de aceitável precisão. Em muitos aspectos, trata-se da abordagem ideal do problema de localização; contudo, a abordagem pode resultar em um tempo de processamento de computador muito longo, uma grande necessidade de memória e uma definição comprometida quando aplicada a problemas práticos.
- **Métodos de Simulação:** os métodos de simulação buscam a melhor rede por meio da repetida aplicação do modelo, dada as diferentes opções apresentadas. Esse procedimento permite uma descrição detalhada do problema, com a avaliação do desempenho das diversas alternativas, tornado sua análise mais realista.
- **Métodos Heurísticos:** os métodos heurísticos encurtam o processo de busca da solução, apresentando uma boa representação da realidade e uma qualidade satisfatória de resolução com tempos adequados de computação e de necessidade de memória. Seu grande problema é não garantir que uma solução ótima venha a ser encontrada.

- Métodos Multicritérios: os métodos multicritérios auxiliam na tomada de decisão alusiva a problemas em que não existe solução ótima, devendo o tomador de decisão estar apto a avaliar os diversos *trade-offs* existentes e selecionar a melhor alternativa.

As análises de projetos que envolvem situações de interesses públicos (análise social), como o presente problema de definição da melhor distribuição das estações para a ITV em um centro urbano brasileiro, requerem métodos mais elaborados para a sua realização. Esses métodos devem levar em conta fatores não quantificáveis economicamente, como os métodos de análise multicritérios.

### **4.3 – MODELOS MULTICRITÉRIOS**

Nos últimos anos, vem crescendo a vertente de esclarecer a opinião dos tomadores de decisão, em todos os níveis do processo de planejamento nas organizações, quanto à importância da utilização de múltiplos critérios na análise de problemas complexos.

Lucena (1999) afirma que o objetivo da tomada de decisão multicriterial é identificar e selecionar o melhor curso de ação quando se depara com um problema de decisão complexo a envolver objetivos múltiplos e até certo ponto conflitantes. Essa nova forma de encarar o processo de tomada de decisão permite a consideração de diversos fatores relevantes que possibilitam uma análise mais detalhada das vantagens e desvantagens dos alternativos cursos de ação de um sistema. Dentre estes fatores, pode-se destacar:

- os grupos envolvidos na tomada de decisão: a escolha de um determinado curso de ação afeta os grupos envolvidos no processo decisório de forma e intensidade diferentes para cada um deles. Observa-se, portanto, a necessidade inerente de se considerar no processo todos os grupos de interesse, tanto os envolvidos direta ou indiretamente na tomada de decisão quanto os grupos afetados pelo processo;
- os interesses e critérios de cada grupo: todos os grupos possuem conjuntos de interesses e critérios particulares a cada um. Esses critérios podem ser quantificáveis (tangíveis) ou não facilmente quantificáveis (intangíveis). Em um sistema real, os grupos envolvidos se interagem, existindo fortes interrelações entre os mesmos e os critérios que os governam.

O surgimento dos métodos multicriteriais tornou possível a construção de modelos mais aproximados da realidade, considerando no processo decisório todas as interrelações necessárias à avaliação de alternativas cursos de ação.

De acordo com Malczewski(1999, apud Romero, 2006), os problemas de tomada de decisão multicritério envolvem seis componentes:

- objetivo ou conjunto de objetivos;
- decisor ou grupo decisor, juntamente com suas preferências em relação à avaliação dos critérios;
- conjunto de critérios de decisão, com base no qual os agentes de decisão avaliam o curso das alternativas;
- conjunto de alternativas, que representam as variáveis de decisão ou ação;
- conjunto de estados da natureza, a reunir as variáveis incontroláveis ou ambiente de decisão;
- conseqüências da decisão.

Existem diversos métodos multicritérios utilizados que podem ser encontrados na literatura. A seguir, apresentam-se os mais conhecidos.

#### **4.3.1 – Critério de Pontos**

Para Lucena (1999), o método do Critério dos Pontos permite levar em consideração a rentabilidade do empreendimento e os principais fatores significativos como, por exemplo, os objetivos do projeto e os principais impactos, sejam eles positivos e/ou negativos. Sua aplicação é dividida em três etapas. Na primeira, são identificados todos os fatores significativos do problema em questão. A etapa seguinte é composta pela ponderação dos fatores segundo uma escala de valores. Finalmente, passa-se à etapa de montagem das tabelas, nas quais estão representados os pesos dos fatores, além da pontuação atribuída a cada alternativa considerada em relação a cada fator.

### 4.3.2 – Método ELECTRE

De acordo com Lucena (1999), os métodos ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité) são em número de três e são considerados como métodos de subclassificação, baseados em relações de classificação binária, em que, pressupondo-se o conhecimento das preferências do decisor e a qualidade da avaliação, pode-se admitir que uma ação “*a*” é tão boa, melhor ou pior que uma outra “*b*”. Tais métodos permitem a inclusão da incomparabilidade e da intransitividade em seu modelo.

#### 4.3.2.1 – ELECTRE I

Segundo França (2004), o método ELECTRE I é classificado como um método de eliminação sequencial, fundado em comparações par a par entre alternativas. Desse modo, o método elimina um subconjunto de alternativas menos desejáveis e escolhe alternativas mais preferidas, de acordo com a maioria dos critérios, sem, entretanto, causar um nível de descontentamento em qualquer dos critérios. Para isso, o método ELECTRE I utiliza os conceitos fundamentais de “concordância e discordância” e a definição de seus valores limites aceitáveis.

#### 4.3.2.2 – ELECTRE II

França (2004) afirma ter sido o método ELECTRE II elaborado com o intuito de produzir uma ordenação completa das alternativas analisadas. Esse método tem por base as mesmas considerações do ELECTRE I e utiliza ainda outros conceitos acessórios, como relações de comparação “medíocre, passível, mediano, bom e muito bom”, associada a um conjunto de tipo [0,5,10,15 e 20], e condições de concordância e discordância distintas. O processo de ordenação das alternativas é realizado em três etapas: da pior alternativa para a melhor, da melhor para a pior, e uma ordenação final construída a partir da média aritmética das anteriores. O método é representado matricialmente, sendo que o termo geral representa o valor de um dos estados possíveis, as linhas são as ações possíveis, e as colunas os critérios de análise.

#### 4.3.2.3 – ELECTRE III

É utilizado nos casos de incerteza e imprecisão na avaliação das alternativas envolvidas nos problemas de decisão. Conforme França (2004), o ELECTRE III elabora as comparações internamente, a partir de informações fornecidas pelo agente decisor sobre suas preferências intercritérios e intracritérios. Para isso, o método cria os conceitos de “indiferença, preferência fraca e preferência estrita” e define seus limites. Desse modo, o método cria o conceito de pseudocritério e, baseado em relações de comparações difusas, permite que o agente decisor expresse suas preferências, fixando os limites de indiferença, de preferência e de veto, escolhendo os pesos que deverão medir o grau de importância dos vários critérios utilizados. Sua lógica de funcionamento é análoga aos outros métodos da série, nos quais são estabelecidas ordenações preferenciais das alternativas: uma ascendente, uma descendente e uma ordenação final formada a partir das anteriores.

#### 4.3.3 – Método AHP

O método AHP (Analytic Hierarchy Process) ou método de análise hierárquica, desenvolvido por Saaty, é fundamentado na representação de um problema complexo através da sua estruturação hierárquica, buscando priorizar os fatores na análise das diversas alternativas. Com o AHP pode-se tratar aspectos subjetivos de modo quantitativo. Esse processo possui quatro etapas básicas:

- estruturação hierárquica;
- comparação paritária dos elementos em cada nível do sistema;
- princípio de priorização;
- sintetização de prioridades.

A etapa de estruturação hierárquica caracteriza-se pela definição do objetivo global e a decomposição do sistema em vários níveis de hierarquia. Essa apresentação facilita a visualização do sistema como um todo e seus componentes, bem como interações destes componentes e os impactos que os mesmos exercem sobre o sistema. Segundo Romero (2006), a hierarquia pode ser estruturada da seguinte forma: o objetivo geral ou meta do problema encontra-se no topo da hierarquia; abaixo deste nível estão os critérios e sub-

critérios que contribuem para a decisão, e o último nível encerra as alternativas de decisão selecionadas (Figura 4.1).

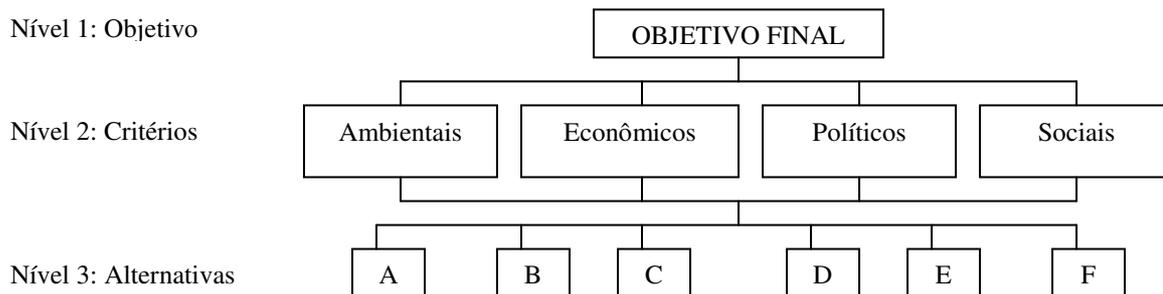


Figura 4.1 – Representação de uma Hierarquia (Romero, 2006)

Após a definição da estrutura hierárquica, é realizada uma análise por um grupo de indivíduos com experiência sobre o problema em questão e que representam os diversos interesses relacionados. Esse exame, denominado comparação paritária, é um julgamento comparativo através da atribuição de pesos, buscando-se determinar a importância relativa de cada elemento de um nível hierárquico com relação a cada critério do nível imediatamente superior (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Escala de Razão

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	mesma importância	as duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	importância pequena de uma sobre a outra	a experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra
5	importância grande ou essencial	a experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra
7	importância grande ou demonstrada	uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	importância absoluta	a evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	valores intermediários entre os valores adjacentes	quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições
Recíprocos dos valores acima de zero	se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então têm o valor recíproco quando comparada com i	uma designação razoável
Racionais	razões resultantes da escala	se a consistência tiver que ser forçada para obter valores numéricos n, para completar a matriz

Fonte: Saaty (1991)

Os pesos são determinados por uma escala de julgamentos, variando de 1 a 9, sendo 1 para os critérios de mesma importância e 9 para importância absoluta de um critério sobre outro. Tais valores representam a intensidade de domínio de um determinado elemento sobre outro.

Forma-se então a matriz de comparação, cujos elementos são os pesos atribuídos à comparação entre dois elementos  $X_i$  e  $X_j$ , sendo essa uma matriz recíproca na qual todo elemento  $X_{ij}$  corresponde um  $X_{ji} = 1/ X_{ij}$  e todo  $X_{ii} = 1$ . Por convenção, a matriz sempre é preenchida comparando-se a característica que aparece na coluna à esquerda em relação à característica que aparece na linha superior. Depois de preenchidas todas as comparações paritárias, obtém-se, por exemplo, a Figura 4.2.

EVENTO	A	B	C	D
A	1	3	5	7
B	1/3	1		
C	1/5		1	
D	1/7			1

Figura 4.2 – Exemplo de Preenchimento de uma Matriz de Comparação

Para preencher a matriz com os dados dos elementos A e B segue-se a seguinte ordem:

- Se A e B forem iguais em importância, inserir 1;
- Se A for um pouco mais importante que B, inserir 3;
- Se A for muito mais importante que B, inserir 5;
- Se A for fortemente mais importante que B, inserir 7;
- Se A for absolutamente mais importante que B, inserir 9.

Os números 2, 4, 6, 8 e seus recíprocos são usados para facilitar compromissos entre julgamentos levemente diferentes daqueles apresentados acima. A diagonal principal é preenchida com valores unitários, por exemplo, na posição (A,A) coloca-se 1.

Nos casos  $X_{ij} \neq X_{ik}X_{kj}$  a matriz apresenta uma inconsistência de julgamento, podendo esta inconsistência ser tolerável até um certo limite. A tolerância da inconsistência desta matriz

é determinada através de um índice denominado “Índice Randômico” (IR), que é fornecido pela Tabela 4.3 e é função da dimensão da matriz de comparação.

Tabela 4.3 – Valores de IR em Função da Ordem da Matriz

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: Romero (2006)

Através da matriz de comparação, obtém-se o vetor de prioridade relativa por um autovetor que viabiliza a determinação do grau de importância dos elementos em cada nível hierárquico através da matriz de comparação, sendo essa a fase de priorização dos elementos do sistema.

A etapa de sintetização de prioridades consiste na definição da prioridade global dos planos alternativos, por meio da multiplicação dos elementos da matriz de prioridades relativas destes planos pelas prioridades relativas dos critérios.

#### 4.3.4 – Método ANP

Segundo Lucena (1999), o Processo de Análise em Rede “The Analytic Network Process” surgiu a partir de observações feitas pelo matemático Thomas L. Saaty, quando esse dirigiu projetos de pesquisa no Arms Control and Disarmament Agency (ACDA) em Washington. Percebendo a falta de um procedimento sistemático que permitisse aos tomadores de decisão lidar com problemas complexos, sentiu-se a necessidade de criar um método que refletisse os benefícios, custos, riscos e oportunidades de um sistema, método esse denominado Processo de Análise Hierárquica (AHP) e a sua generalização, Processo de Análise em Rede (ANP). Tais metodologias sistêmicas possibilitaram o envolvimento de relações entre grupos, interesses e alternativas no processo de tomada de decisão.

Saaty (1996, apud Lucena, 1999) apresenta o ANP como uma estrutura mais abrangente para analisar decisões coletivas e sociais, salientando ainda que a interdependência dos elementos do modelo do tipo rede captura melhor os efeitos complexos das relações existentes na sociedade humana, principalmente quando o risco e a incerteza estão envolvidos. Assim, o Processo de Análise em Rede pode ser utilizado em situações

complexas como é o caso de problemas ambientais e de transporte, bem como em marketing, medicina, política e sociologia.

O processo metodológico do ANP baseia-se na utilização de escalas de medidas para capturar todos os tipos de relações e sintetizá-las no intuito de se tomarem as melhores decisões. Esse é justamente o maior poder do ANP. Devido a sua natureza sistemática, o ANP é composto de etapas básicas comuns a todas as aplicações da metodologia, iniciando pela estruturação do modelo até chegar à síntese. Pode-se afirmar que sua aplicação à tomada de decisão é feita em quatro passos:

- Estabelecimento de uma hierarquia de controle: essa hierarquia permite levar em consideração os principais aspectos relacionados aos benefícios e custos, riscos e oportunidades do sistema. Para cada um dos critérios acima mencionados, forma-se um submodelo composto pelos principais componentes e elementos do sistema. Estes elementos devem constituir um conjunto homogêneo e estar de alguma forma relacionados ao respectivo componente. Necessariamente, deverá haver um componente cujos elementos são formados por um conjunto de alternativas que devem ser comuns a todos os submodelos. Estabelecem-se também as relações de dependência entre estes elementos e as *ligações* entre os mesmos. Tais ligações podem ocorrer entre os elementos de um mesmo componente ou entre componentes distintos.
- Julgamento dos elementos ou comparação por pares: é realizado com relação aos critérios da hierarquia de controle e julgamento dos componentes, cujas prioridades serão utilizadas para auxiliar na síntese dos elementos. Nos modelos em forma de rede, que possuem conjuntos de componentes e elementos, são formados então dois conjuntos de comparações. O primeiro conjunto compara os componentes entre si em relação a um determinado critério de controle. A comparação dos elementos é realizada entre os elementos relativos a algum elemento em particular, de acordo com um determinado critério de controle. Os julgamentos são introduzidos em uma matriz quadrada  $A_{n \times n}$ , cujos elementos representam a importância relativa de um elemento  $i$  sobre um elemento  $j$ . Estes elementos, denominados  $a_{ij}$  são representados pela razão  $w_i/w_j$ , onde  $(w_1, \dots, w_n)$  são os pesos numéricos que refletem os julgamentos. Os elementos  $a_{ij}$  da matriz  $A_{ij}$  devem possuir as seguintes condições:  $a_{ij} > 0$ ;  $a_{ii} = 1$ ;  $a_{ij}$

$= \frac{1}{a_{ji}}$ ;  $a_{ij} = a_{ik} \times a_{kj}$  e podem ser obtidos a partir da Escala Fundamental de Saaty.

Através da matriz de comparações pode-se então obter um autovetor de prioridades, representando a prioridade relativa dos critérios.

- Sintetização dos resultados: processo apresentado em uma supermatriz de blocos de interação entre os componentes. Cada coluna de um bloco é um vetor de prioridades que representa o impacto de um componente sobre os elementos no sistema. As interações da supermatriz são definidas com base nos critérios incluídos na hierarquia de controle. A supermatriz formada deve ser estocástica, ou seja, todas as colunas da matriz devem possuir como somatório o valor unitário, condição necessária para que se obtenham resultados limites. As prioridades finais da supermatriz são obtidas através da multiplicação desta por ela mesma, tantas vezes quantas forem necessárias, até as colunas se estabilizem e se tornem idênticas em cada supermatriz. Será obtida uma supermatriz diferente para cada critério (benefício, custo, risco ou oportunidade). Os resultados da importância relativa das alternativas de cada supermatriz serão utilizados para deduzir o resultado final do modelo, o qual é obtido pela razão *benefício x oportunidade / custo x risco*.
- Análise de sensibilidade dos resultados: é feita de forma a garantir que a modificação no julgamento de alguns elementos não influam no resultado final. Percebe-se que o objetivo final do ANP é priorizar as alternativas de forma a apontar a melhor.

#### 4.4 – TÓPICOS CONCLUSIVOS

O levantamento dos critérios e métodos existentes para a solução de problemas de localização de instalações é importante para a definição de uma rede de estações de ITV. Exames de projetos que envolvam situações de interesses públicos, como o presente problema, requerem métodos mais elaborados para a sua realização. Esses métodos devem levar em conta fatores não quantificáveis economicamente, como os métodos de análise multicritérios.

A seguir é apresentado o procedimento proposto para definição de uma rede de estações de ITV.

## 5 – PROCEDIMENTO PROPOSTO

A partir do levantamento bibliográfico realizado, foi possível verificar a existência de inúmeros modelos matemáticos relacionados à localização de instalações. Através dessa pesquisa, definiu-se que o procedimento proposto para localização das estações de ITV seria constituído pela aplicação da análise multicritério por se tratar de uma situação de interesse público a requer um método que leve em conta fatores não quantificáveis economicamente.

Verificou-se, também, que o método AHP vem sendo largamente utilizado por diversos autores brasileiros na área de transportes como Ferronato e Baratz (2002), França (2004), Nogueira e Gonçalves (2005), Romero (2006) e Romero e Gualda (2006), demonstrando ser uma eficaz ferramenta no processo de tomada de decisão. Para o presente trabalho, o método AHP mostrou ser adequado para a localização das estações. Dentre os principais motivos para a escolha do AHP pode-se destacar:

- trata aspectos subjetivos de modo quantitativo, como os fatores não monetários relacionados a esse tipo de serviço público;
- permite a estruturação de problemas complexos em uma hierarquia de decisão, facilitando o entendimento da dimensão do problema;
- auxilia o gestor na análise dos diversos *trade-offs* entre os critérios conflitantes;
- incorpora a experiência gerencial e os julgamentos dos agentes de decisão;
- oferece flexibilidade de combinar as preferências dos *stakeholders* envolvidos na decisão de características específicas de localização;
- possibilita o tratamento de múltiplos critérios, abrangendo aspectos tangíveis e intangíveis;
- permite integrar questões econômicas, social e ambiental;
- potencializa a captura da importância relativa dos diversos fatores;
- flexibiliza o uso;
- facilita a aplicação.

Sugere-se, então, o uso do *software* Expert Choice como ferramenta computacional de auxílio à realização das etapas apresentadas, pois o mesmo utiliza o método AHP em seu sistema operacional.

O procedimento proposto para definição de uma rede de estações de ITV apresentado nesse trabalho é dividido em duas etapas, conforme Figura 5.1.

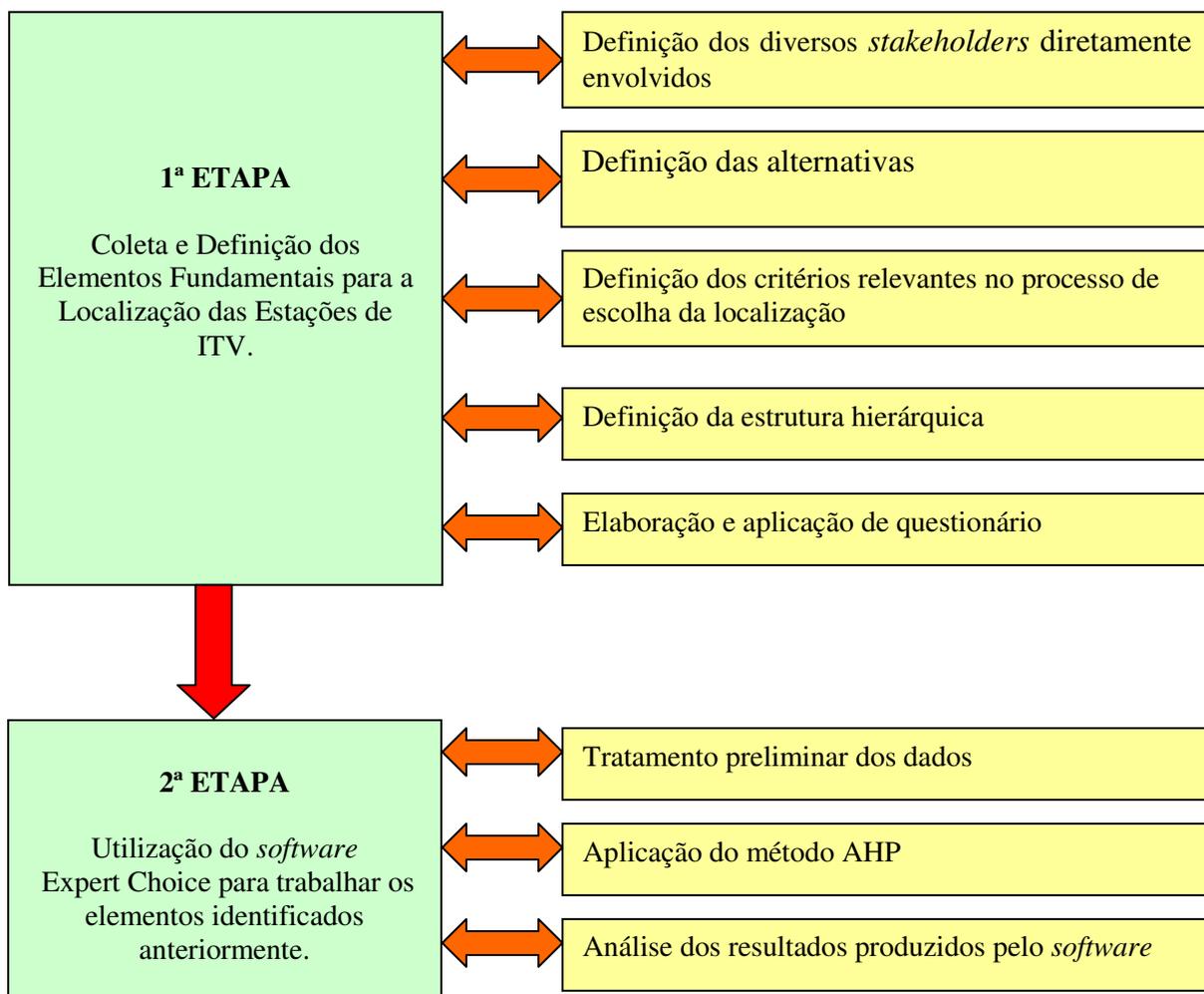


Figura 5.1 – Estrutura do Procedimento Proposto para Localização das Estações de ITV

A primeira etapa consiste na definição e escolha dos elementos essenciais para o processo de localização de instalações. Esse processo inclui os seguintes passos:

#### i) Definição dos diversos *stakeholders* diretamente envolvidos

O sucesso de qualquer empreendimento depende da participação de suas partes interessadas, e por isso, é necessário assegurar que suas expectativas e necessidades sejam conhecidas e consideradas pelos gestores. Cada grupo de intervenientes representa um determinado tipo de interesse no processo. O envolvimento de todos os intervenientes não maximiza obrigatoriamente o processo, mas permite achar um equilíbrio de forças e minimizar riscos e impactos negativos na execução desse processo. Para a definição de uma rede de estações de ITV existirão, sempre, três grupos de interessados:

- Usuários: são os proprietários dos veículos registrados que terão de realizar anualmente a ITV;
- Gestor do sistema: é o órgão gestor da frota no Estado ou Município em estudo;
- Especialistas: são pessoas com especialização nas áreas de transporte e urbanização. São uma fonte de equilíbrio entre os usuários e o gestor do sistema.

#### ii) Definição das alternativas

A definição das alternativas é realizada através de duas análises. Primeiramente, faz-se a macro-análise para definição do tipo da rede. Nesse caso, leva-se em conta cidades, regiões ou bairros. Três cenários serão sempre aplicados:

- Centralização do serviço: nesse cenário todo o serviço de inspeção será realizado por uma única estação de ITV, localizada em um ponto estratégico do Estado ou Município.
- Divisão do território em áreas de cobertura: o Estado ou Município será dividido em áreas de cobertura, havendo em cada área uma estação de ITV.
- Descentralização do serviço: cada Município (no caso de Estado) ou cada bairro ou região administrativa (no caso de Município) contará com uma estação de ITV para atender aos veículos registrados na sua localidade.

O cálculo do número de linhas de inspeção em cada estação deve ser realizado neste momento com base nos modelos e produtividades definidos no Capítulo 3.

Em uma segunda etapa do projeto, na qual já se definiu o tipo de rede (centralizada, áreas de coberturas ou descentralizada), aplicar-se-á novamente todo o procedimento proposto para definição dos locais candidatos à localização das estações. Nesse passo, realiza-se uma micro-análise, observando terrenos específicos.

### iii) Definição dos critérios relevantes no processo de escolha da localização

Com base na lista genérica de fatores apresentada no Capítulo 4, Tabela 4.1, são selecionados os fatores relevantes aos casos de localização de instalações de ITV, conforme Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Lista de Critérios Relevantes para a Localização de Instalações de ITV

<b>CRITÉRIOS</b>	<b>SUB-CRITÉRIOS</b>
Área para implementação	Custo da área (considerar eventuais custos de desapropriação);
	Disponibilidade de espaço necessário para o Projeto;
	Custos associados à construção da instalação;
	Custo de operação da instalação.
Acessibilidade	Disponibilidade e custo para a mão-de-obra chegar (acessar) ao local;
	Distância entre o local e os fornecedores e clientes;
	Rotas de acesso (rodovia, ferrovia, hidrovía, aéreo).
Mercado	Identificação dos consumidores (tamanho e proximidades aos mercados consumidores).
Aspectos Ambientais	Políticas de controle da poluição (associado à qualidade do ar);
	Impacto no ecossistema e ruído;
	Preservação do meio ambiente da região.
Ocupação urbana	População (aceitação da população em relação à atividade da empresa/indústria na região);
	Condições de uso do solo (possíveis restrições ou barreiras para a implantação do projeto);
	Impactos sociais (considerar eventuais benefícios sócio-econômicos gerados pela implantação da instalação).
Recursos humanos	Disponibilidade de mão-de-obra qualificada;
	Custos de mão-de-obra na região (salários médios – média salarial da região).

Caso o Estado ou Município, a partir de uma análise da Tabela 4.1, acreditar existir outros critérios relevantes para o seu projeto, os mesmos podem ser inseridos na sua lista de critérios relevantes para a localização de instalações de ITV.

#### iv) Definição da estrutura hierárquica

A representação de um problema de decisão por meio da hierarquia facilita o estabelecimento das interações existentes entre os diversos elementos e a verificação das prioridades e influências entre esses elementos. Segundo Romero (2006), a hierarquia pode ser estruturada da seguinte forma: o objetivo geral ou meta do problema encontra-se no topo da hierarquia; abaixo deste nível estão os critérios e sub-critérios que contribuem para a decisão e o último nível encerra as alternativas de decisão selecionadas. A decomposição em níveis hierárquicos facilita a compreensão e avaliação do problema. A Figura 5.2 apresenta um exemplo esquemático da hierarquia.

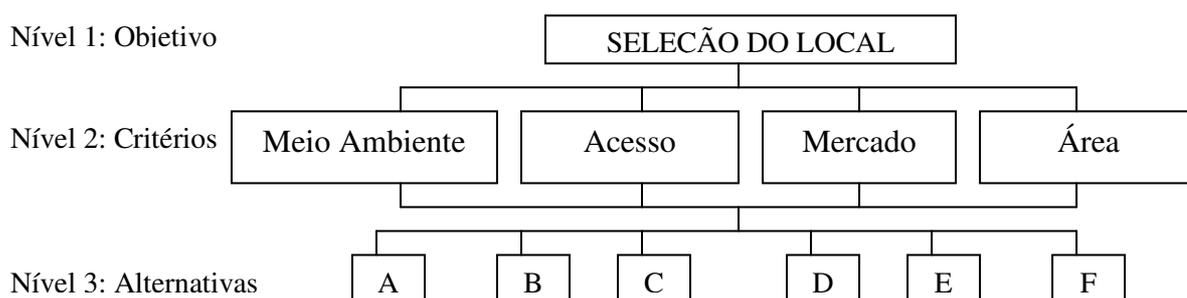


Figura 5.2 – Representação da Hierarquia de uma Aplicação

#### v) Elaboração e aplicação de questionário

Através da hierarquia estruturada é elaborado um questionário para coleta dos dados necessários à construção do banco de dados, como o apresentado no Anexo A. Esse questionário deve ser aplicado individualmente, de forma a contemplar todos os *stakeholders* diretamente envolvidos no problema. Sugere-se a seguinte seleção:

- Usuários: representantes da comunidade, como líderes comunitários e prefeitos de quadra;

- Gestor do sistema: representantes do órgão gestor da frota no Estado ou Município em estudo, como diretores e chefes de vistorias e núcleos de inspeção;
- Especialistas: especialistas nas áreas de transporte e urbanização.

A segunda etapa é a aplicação do procedimento proposto. Nesta fase é utilizado o *software* Expert Choice para trabalhar os elementos identificados na primeira etapa. Esse procedimento permitirá a identificação da melhor alternativa no processo de localização de instalações a partir dos seguintes passos:

i) Tratamento preliminar dos dados

Essa atividade inclui a coleta e organização dos questionários relativos à localização das estações de ITV, sendo seus dados repassados ao *software* Expert Choice. Ao se inserir os dados no *software* deve realizar-se um tratamento preliminar com exclusão dos entrevistados com alto índice de inconsistência.

ii) Aplicação do método AHP

O método AHP é utilizado para cada *stakeholder* envolvido, com a aplicação do *software* Expert Choice, dividindo-se em quatro etapas básicas: estruturação hierárquica, comparação paritária dos elementos em cada nível do sistema, princípio de priorização e sintetização de prioridades.

iii) Análise dos resultados produzidos pelo *software*

Esse passo consiste na análise dos gráficos e figuras apresentados como resultado final, produzidos após a inclusão de todos os dados no sistema.

## 6 – ESTUDO DE CASO

O presente estudo de caso tem como principal objetivo a validação do procedimento proposto. A escolha do Distrito Federal como referência vem da observação do rápido crescimento da frota registrada e da condição do autor, de servidor do Departamento de Trânsito do Distrito Federal (DETRAN/DF), portanto, com facilidade na obtenção de dados relativos aos resultados no trânsito nos últimos anos.

### 6.1 – CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA PROPOSTO – O DISTRITO FEDERAL

O grande crescimento da frota de veículos automotores no Distrito Federal desencadeou uma busca por ferramentas para manter os veículos seguros e controlar suas emissões de poluentes. A Inspeção Técnica Veicular (ITV) é o principal meio de fiscalização e incentivo à manutenção preventiva e corretiva dos veículos, tanto na segurança quanto na emissão de poluentes.

De acordo com levantamento do DETRAN/DF, a frota, em setembro de 2008, possuía mais de um milhão de veículos registrados, sendo que a evolução alcançou variações anuais superiores a 5% em todos os anos. Essa evolução pode ser observada na Tabela 6.1 e Figura 6.1.

Tabela 6.1 – Evolução da Frota Registrada no Distrito Federal

Ano	Frota		
	Total	Variação Anual	
		Número	(%)
2000	585.424	-	-
2001	651.342	65.918	11,3
2002	688.746	37.404	5,7
2003	732.138	43.392	6,3
2004	775.112	42.974	5,9
2005	821.352	46.240	6,0
2006	883.676	62.324	7,6
2007	964.534	80.858	9,2
* 2008	1.033.696	69.162	7,2

\* Valor referente a setembro de 2008

Fonte: DETRAN/DF (2008)

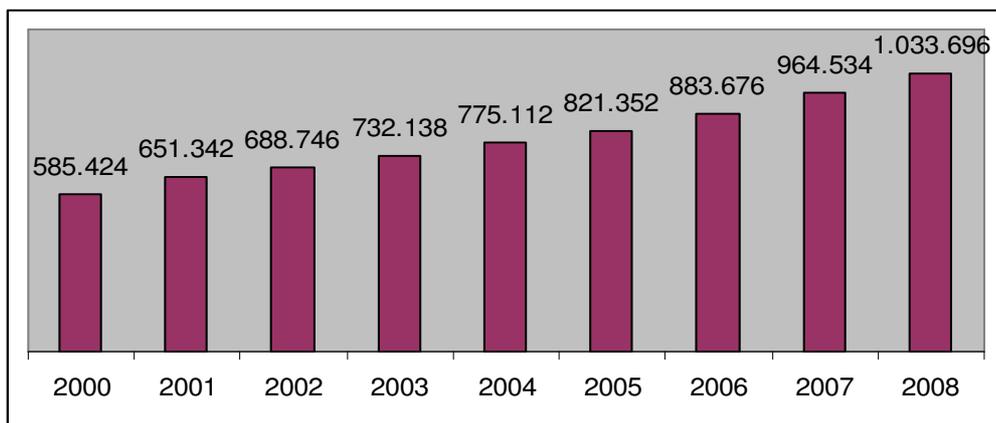


Figura 6.1 – Evolução da Frota Registrada no Distrito Federal (DETRAN/DF, 2008)

Ainda segundo o DETRAN/DF, ao se analisar a frota quanto ao tipo de veículo, o Distrito Federal apresenta uma grande variação que pode ser vista na Figura 6.2. Os automóveis representam 75,6%, com 781.698 unidades, seguidos pelas motocicletas, com 104.687 unidades e 10,1% do total, representando 85,7% do total da frota.

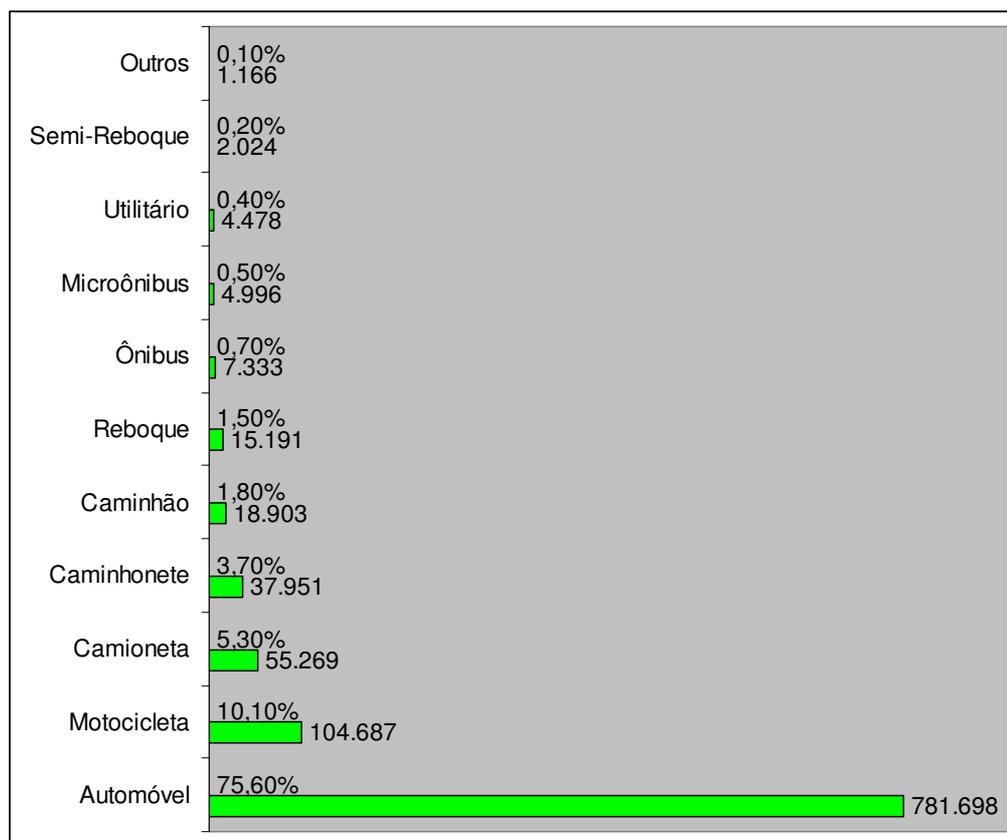


Figura 6.2 - Frota Registrada no Distrito Federal por Tipo (DETRAN/DF, 2008)

O Distrito Federal, a partir da Lei nº 4.545, de 10 de outubro de 1964, teve a organização administrativa direcionada à implementação de oito Regiões Administrativas, cujos limites territoriais definem a jurisdição da ação governamental regional, para fins de descentralização dos serviços de natureza local. Na origem desse modelo institucionalizado, desenvolveu-se um sistema descentralizado de administração pública, através de órgãos com autonomia administrativa e financeira denominados Administrações Regionais.

A partir das Leis nº 49, de 25 de outubro de 1989, e 110, de 28 de junho de 1990, quatro novas regiões foram criadas, elevando o número total para 12. De 1992 a 1994, mais sete novas divisões resultaram num total de 19 Regiões Administrativas (Figura 6.3).



Figura 6.3 – Regiões Administrativas do Distrito Federal em 1995 (GDF, 2008)

Entre 2003 e 2005 dez novas regiões foram criadas, chegando ao número atual de 29 Regiões Administrativas, conforme a Tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Regiões Administrativas do Distrito Federal

RA I	Brasília
RA II	Gama
RA III	Taguatinga
RA IV	Brazlândia
RA V	Sobradinho
RA VI	Planaltina
RA VII	Paranoá
RA VIII	Núcleo Bandeirante
RA IX	Ceilândia
RA X	Guará
RA XI	Cruzeiro
RA XII	Samambaia
RA XIII	Santa Maria
RA XIV	São Sebastião
RA XV	Recanto das Emas
RA XVI	Lago Sul
RA XVII	Riacho Fundo
RA XVIII	Lago Norte
RA XIX	Candangolândia
RA XX	Águas Claras
RA XXI	Riacho Fundo II
RA XXII	Sudoeste e Octogonal
RA XXIII	Varjão
RA XXIV	Park Way
RA XXV	SCIA (Setor Complementar de Industria e Abastecimento)
RA XXVI	Sobradinho II
RA XXVII	Jardim Botânico
RA XXVIII	Itapoã
RA XXIX	SIA (Setor de Industria e Abastecimento)

Fonte: GDF (2008)

Analisando a distribuição espacial da frota, o DETRAN/DF levantou 891.127 veículos registrados nas diversas Regiões Administrativas do Distrito Federal, de acordo com a Tabela 6.3. Milhares de veículos não foram levantados devido à falta de atualização ou complementação do cadastro por parte dos proprietários.

Tabela 6.3 - Frota Registrada no Distrito Federal por Região Administrativa

Regiões Administrativas		Frota (veículos)
RA I	Brasília	169.635
RA II	Gama	47.496
RA III	Taguatinga	134.348
RA IV	Brazlândia	9.332
RA V	Sobradinho	39.991
RA VI	Planaltina	27.563
RA VII	Paranoá	6.524
RA VIII	Núcleo Bandeirante	9.734
RA IX	Ceilândia	83.948
RA X	Guará	57.819
RA XI	Cruzeiro	18.221
RA XII	Samambaia	37.934
RA XIII	Santa Maria	21.120
RA XIV	São Sebastião	9.389
RA XV	Recanto das Emas	17.671
RA XVI	Lago Sul	41.445
RA XVII	Riacho Fundo	9.626
RA XVIII	Lago Norte	23.296
RA XIX	Candangolândia	5.698
RA XX	Águas Claras	26.837
RA XXI	Riacho Fundo II	5.777
RA XXII	Sudoeste e Octogonal	35.699
RA XXIII	Varjão	----
RA XXIV	Park Way	12.379
RA XXV	SCIA (Setor Complementar de Industria e abastecimento)	1.424
RA XXVI	Sobradinho II	8.594
RA XXVII	Jardim Botânico	----
RA XXVIII	Itapoã	1.278
RA XXIX	SIA (Setor de Industria e Abastecimento)	28.349
	<b>Total</b>	891.127

Fonte: DETRAN/DF (2008)

É importante salientar que, para implantar a ITV no Distrito Federal, este deverá obedecer à legislação apresentada no Capítulo 3. Dentre os principais itens dessa legislação, figuram:

- A obrigatoriedade de elaboração de um Plano de Controle de Poluição por Veículos em Uso (PCPV), que apresente, de forma clara e objetiva, as medidas de controle, as regiões priorizadas e os embasamentos técnicos e legais, elaborado pelo órgão ambiental competente.
- O DETRAN/DF e a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente do Distrito Federal (SEDUMA/DF) deverão firmar convênio com o objetivo específico de regulamentar a colaboração e a parceria, de modo que o DETRAN/DF, em nome da SEDUMA/DF, possa promover o controle de emissão de gases poluentes e ruído dos veículos automotores registrados e licenciados no Distrito Federal.

## **6.2 – APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO PROPOSTO**

Inicialmente, são identificados os diversos *stakeholders* diretamente envolvidos. A participação das partes interessadas é a chave do sucesso para esse empreendimento. Logo, é preciso assegurar que suas expectativas e necessidades sejam conhecidas e consideradas. No presente caso, são considerados três grupos de interessados:

### **i) Usuários**

São os proprietários dos veículos registrados no Distrito Federal que terão de realizar anualmente a ITV. Suas principais preocupações são com o custo da inspeção e a facilidade de acesso ao serviço.

### **ii) Gestor do sistema**

É o DETRAN/DF. Seu principal interesse é a implantação total da ITV como forma de controle e fiscalização da manutenção preventiva e corretiva dos veículos, com o objetivo de garantir a segurança no trânsito e reduzir a emissão de poluentes.

### **iii) Especialistas**

Nessa condição são escolhidos membros específicos do Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes da Universidade de Brasília (CEFTRU/UnB). Serão uma fonte de equilíbrio entre os usuários e o gestor do sistema devido a alta qualificação na área de

transportes urbanos. Os especialistas na área de urbanização não constaram de início nessa identificação, pois foram sugeridos posteriormente pela Banca.

Com os *stakeholders* encontrados, são definidas as alternativas para escolha da rede. Essa macro-análise, mais qualitativa que quantitativa, foi realizada a partir dos dados levantados na pesquisa bibliográfica e na opinião dos especialistas de trânsito e servidores do DETRAN/DF. A partir desse exame e considerando um calendário de inspeção de 12 meses, foi possível estabelecer 3 cenários de estudo:

i) Centralização do serviço:

Nesse cenário, todo o serviço de inspeção será realizado por uma única estação de ITV, localizada em um ponto estratégico do Distrito Federal, conforme Tabela 6.4.

Tabela 6.4 – Estação de ITV no Distrito Federal na Centralização

Estação Centralizada	71 linhas leves
Área: aproximadamente 90.000m <sup>2</sup>	6 linhas mistas

ii) Divisão do território em áreas de cobertura

O Distrito Federal será dividido em 6 áreas de cobertura, havendo em cada área uma estação de ITV. A Tabela 6.5 apresenta as áreas determinadas, Regiões Administrativas vinculadas e o número de linhas em cada estação.

iii) Descentralização do serviço

Cada região administrativa do Distrito Federal contará com uma estação de ITV para atender aos veículos registrados na sua localidade, segundo a Tabela 6.6.

Tabela 6.5 – Estações de ITV no Distrito Federal nas Áreas de Cobertura

Áreas	Região Administrativa		Composição das Estações
Área I	RA I	Brasília	25 linhas entre leves e mistas
	RA XI	Cruzeiro	
	RA XVI	Lago Sul	
	RA XVIII	Lago Norte	
	RA XXII	Sudoeste e Octogonal	
	RA XXV	SCIA	
	RA XXIX	SIA	
Área II	RA VIII	Núcleo Bandeirante	11 linhas entre leves e mistas
	RA X	Guará	
	RA XVII	Riacho Fundo	
	RA XIX	Candangolândia	
	RA XX	Águas Claras	
	RA XXI	Riacho Fundo II	
	RA XXIV	Park Way	
Área III	RA II	Gama	8 linhas entre leves e mistas
	RA XIII	Santa Maria	
	RA XV	Recanto das Emas	
Área IV	RA VII	Paranoá	3 linhas entre leves e mistas
	RA XIV	São Sebastião	
	RA XXIII	Varjão	
	RA XXVII	Jardim Botânico	
	RA XXVIII	Itapoã	
Área V	RA III	Taguatinga	20 linhas entre leves e mistas
	RA IV	Brazlândia	
	RA IX	Ceilândia	
	RA XII	Samambaia	
Área VI	RA V	Sobradinho	7 linhas entre leves e mistas
	RA XXVI	Sobradinho II	
	RA VI	Planaltina	

Tabela 6.6 – Estações de ITV no Distrito Federal na Descentralização

Regiões Administrativas		Composição das Estações
RA I	Brasília	13 linhas entre leves e mistas
RA II	Gama	4 linhas entre leves e mistas
RA III	Taguatinga	10 linhas entre leves e mistas
RA IV	Brazlândia	1 linha mista
RA V	Sobradinho	3 linhas entre leves e mistas
RA VI	Planaltina	2 linhas entre leves e mistas
RA VII	Paranoá	1 linha mista
RA VIII	Núcleo Bandeirante	1 linha mista
RA IX	Ceilândia	6 linhas entre leves e mistas
RA X	Guará	5 linhas entre leves e mistas
RA XI	Cruzeiro	2 linhas entre leves e mistas
RA XII	Samambaia	3 linhas entre leves e mistas
RA XIII	Santa Maria	2 linhas entre leves e mistas
RA XIV	São Sebastião	1 linha mista
RA XV	Recanto das Emas	2 linhas entre leves e mistas
RA XVI	Lago Sul	3 linhas entre leves e mistas
RA XVII	Riacho Fundo	1 linha mista
RA XVIII	Lago Norte	2 linhas entre leves e mistas
RA XIX	Candangolândia	1 linha mista
RA XX	Águas Claras	2 linhas entre leves e mistas
RA XXI	Riacho Fundo II	1 linha mista
RA XXII	Sudoeste e Octogonal	3 linhas entre leves e mistas
RA XXIII	Varjão	1 linha mista
RA XXIV	Park Way	1 linha mista
RA XXV	SCIA	1 linha mista
RA XXVI	Sobradinho II	1 linha mista
RA XXVII	Jardim Botânico	1 linha mista
RA XXVIII	Itapoã	1 linha mista
RA XXIX	SIA	3 linhas entre leves e mistas

No terceiro estágio da etapa são definidos os critérios relevantes no processo de escolha da localização das estações de ITV. Os critérios foram estabelecidos a partir da lista de critérios relevantes para a localização de instalações de ITV apresentada no Capítulo 5,

Tabela 5.1, e com o apoio de especialistas de trânsito. Os fatores selecionados são apresentados na Tabela 6.7.

Tabela 6.7 – Critérios para a Localização de Instalações de ITV no Distrito Federal

<b>CRITÉRIOS</b>	<b>SUB-CRITÉRIOS</b>
Área para implementação	Custo da área (considerar eventuais custos de desapropriação);
	Disponibilidade de espaço necessário para o Projeto;
	Custos associados à construção da instalação;
	Custo de operação da instalação.
Acessibilidade	Disponibilidade e custo para a mão-de-obra chegar (acessar) ao local;
	Distância entre o local e os fornecedores e clientes;
	Rotas de acesso (rodovia, ferrovia, hidrovia, aéreo).
Mercado	Identificação dos consumidores (tamanho e proximidades aos mercados consumidores).
Aspectos Ambientais	Políticas de controle da poluição (associado à qualidade do ar);
	Impacto no ecossistema e ruído;
	Preservação do meio ambiente da região.
Ocupação urbana	População (aceitação da população em relação à atividade da empresa/indústria na região);
	Condições de uso do solo (possíveis restrições ou barreiras para a implantação do projeto);
	Impactos sociais (considerar eventuais benefícios sócio-econômicos gerados pela implantação da instalação).
Recursos humanos	Disponibilidade de mão-de-obra qualificada;
	Custos de mão-de-obra na região (salários médios – média salarial da região).

Após a seleção dos critérios relevantes no processo de escolha da localização das estações de ITV, é definida a estrutura hierárquica (Figura 6.4). Esse estágio contou com o apoio dos servidores do DETRAN/DF e de especialistas de trânsito na definição dos critérios realmente relevantes no processo de estruturação. Alguns critérios tiveram sua estrutura alterada, buscando facilitar a compreensão do problema.

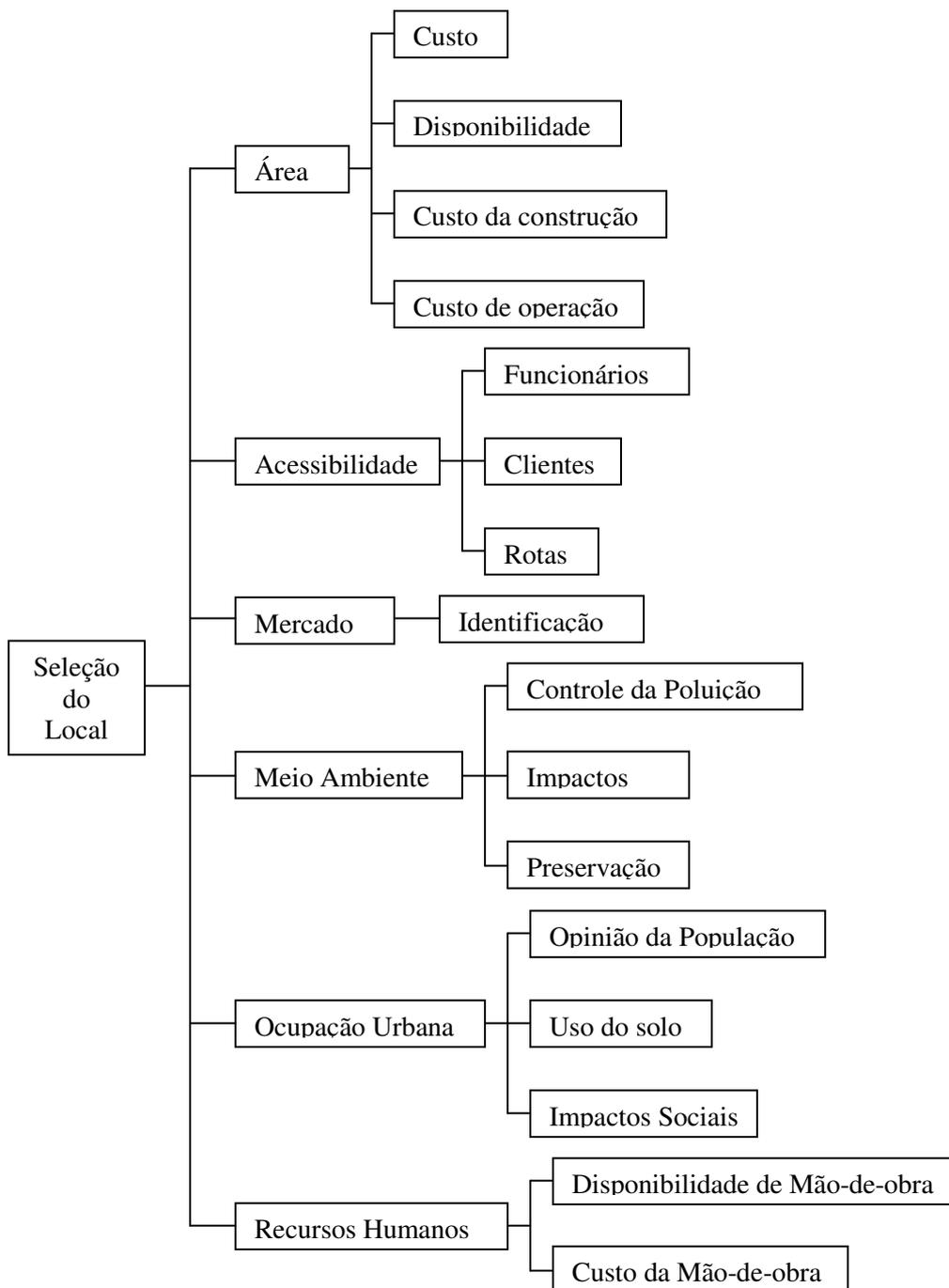


Figura 6.4 – Estrutura Hierárquica para a Localização de Instalações de ITV no Distrito Federal

No critério “área” são considerados seu custo, disponibilidade, custo de construção e de operação. Mesmo não sendo possível determinar precisamente esses valores, eles se fazem importantes para uma análise mais realista.

Na “acessibilidade” apreciou-se inicialmente a facilidade de acesso dos funcionários e clientes e seu custo. Também se levou em consideração as rotas de acesso ao empreendimento nos três cenários.

A identificação do “mercado consumidor” é de suma importância para o planejamento e operação do sistema.

No critério “meio ambiente” são considerados importantes o controle da poluição, principalmente a veicular, os impactos gerados pela instalação da estação e a preservação ambiental.

A “ocupação urbana” aborda a opinião da população quanto à questão, o uso do solo a ser utilizado e os impactos sociais produzidos.

O critério “recursos humanos” trata de questões referentes ao homem, como a disponibilidade de mão-de-obra e seu custo.

Com a estrutura hierárquica definida, é elaborado um questionário para a coleta dos dados necessários à construção do banco de dados. Esse questionário, apresentado no Anexo A, foi aplicado de forma a contemplar todos os *stakeholders* diretamente envolvidos no problema. Dentre aqueles que responderam ao questionário há usuários das vistorias do DETRAN/DF, servidores do DETRAN/DF, em especial do Núcleo de Vistoria Inspeção de Segurança Veicular e Emissão de Gases (NUVIP), e especialistas em trânsito do CEFTRU.

Na segunda etapa, é utilizado o *software* Expert Choice 2000, versão educacional, para trabalhar os elementos identificados na etapa anterior. Essa versão apresentou algumas restrições como a capacidade máxima de 25 participantes.

É realizado um tratamento preliminar dos dados encontrados. Esse estágio inclui a coleta e organização dos questionários relativos à localização das estações de ITV, sendo esses dados repassados ao *software* Expert Choice 2000. Foram coletados mais de 30 questionários com os diversos *stakeholders*, entretanto, ao se incluir os dados no *software*, constatou-se que muitos entrevistados apresentaram um alto índice de inconsistência. Para

não afetar o resultado final, todos os entrevistados que apresentaram tal índice maior que 0,05 foram excluídos.

No segundo estágio, é utilizado o método AHP, com a aplicação do *software* Expert Choice 2000. Nesse processo, o *software* é utilizado para cada *stakeholder* envolvido, separadamente.

Com a utilização do *software*, parte-se para o último estágio que é a análise dos resultados produzidos. A Tabela 6.8 apresenta o resultado individual obtido a partir dos questionários aplicados.

Tabela 6.8 – Resultado Final para Todos os Entrevistados

	<i>Stakeholders</i>											
	Gestor				Especialistas		Usuários					
Entrevistado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Centralização	0,343	0,239	0,257	0,275	0,318	0,243	0,063	0,073	0,289	0,132	0,185	0,286
Áreas de Cobertura	0,445	0,212	0,420	0,391	0,297	0,375	0,334	0,209	0,160	0,432	0,201	0,385
Descentralização	0,212	0,549	0,323	0,333	0,385	0,381	0,603	0,721	0,551	0,435	0,613	0,329
Inconsistência	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01

Observando a tabela acima já é possível notar características específicas de cada grupo. Gestor, especialistas e usuários, conforme destaques, apresentam uma escolha bem clara quanto aos cenários determinados, confirmando as expectativas e necessidades levantadas na identificação dos diversos *stakeholders* diretamente envolvidos. Uma análise mais profunda de cada grupo é realizada a seguir.

Nas Figuras 6.5, 6.6 e 6.7 são apresentados os resultados obtidos para o gestor do sistema.

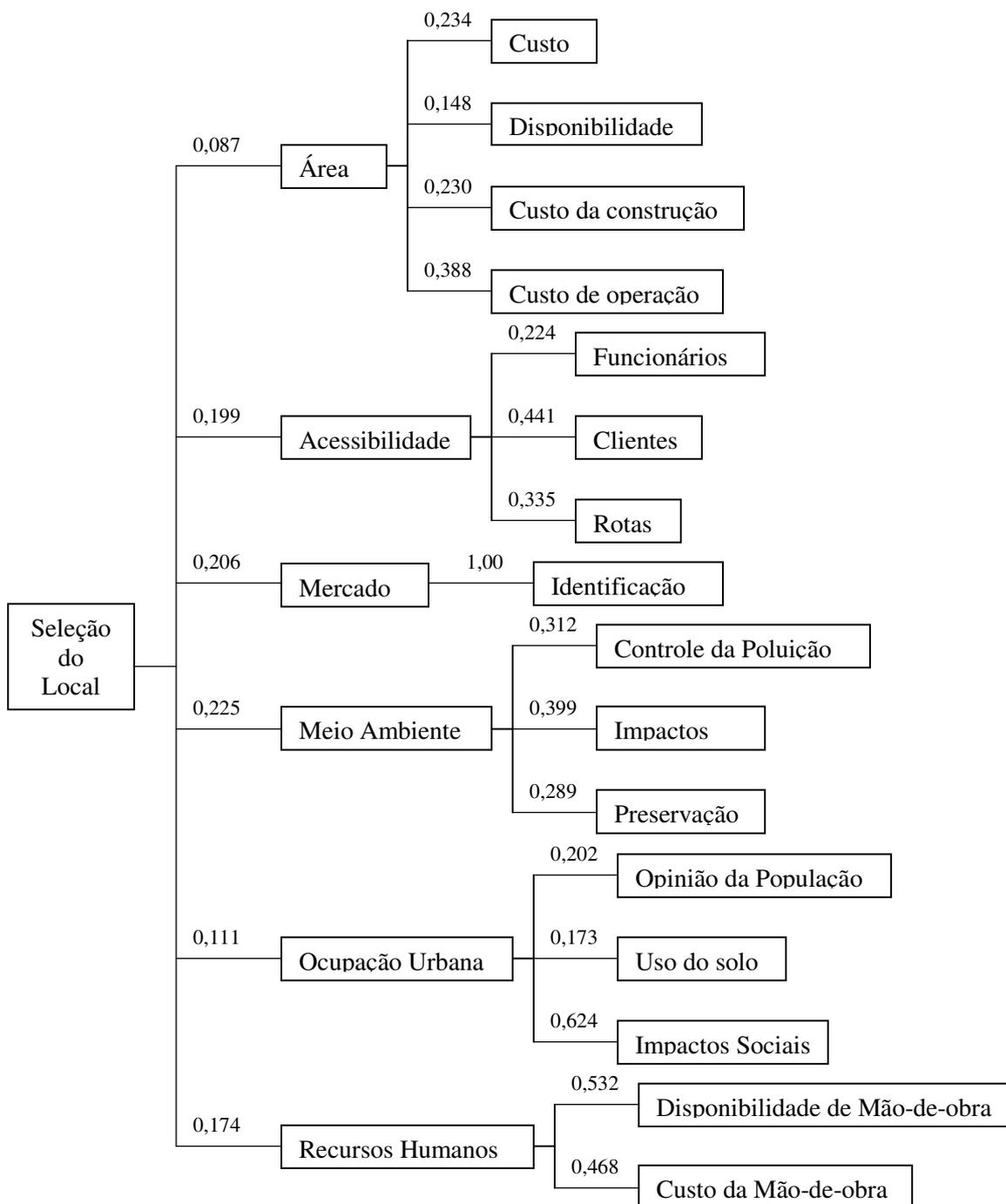


Figura 6.5 – Estrutura Hierárquica com Respetivos Pesos - Gestor

As Figuras 6.5 e 6.6 demonstram que os critérios relacionados ao meio ambiente, mercado e acessibilidade, com respectivamente 22,5%, 20,6% e 19,9%, foram os critérios mais decisivos para o resultado final. Quanto às alternativas, Áreas de Coberturas se destaca em primeiro lugar, com 39,8%, sendo seguida pela Descentralização com 33,7%.

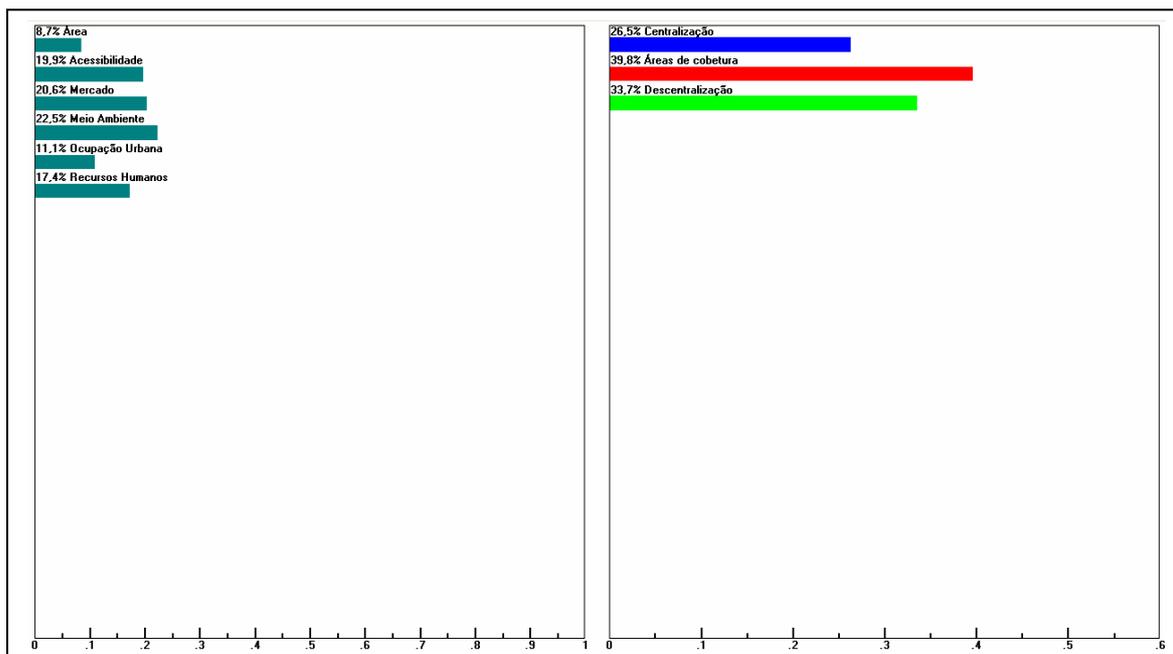


Figura 6.6 – Sensibilidade dos Critérios e Alternativas – Gestor

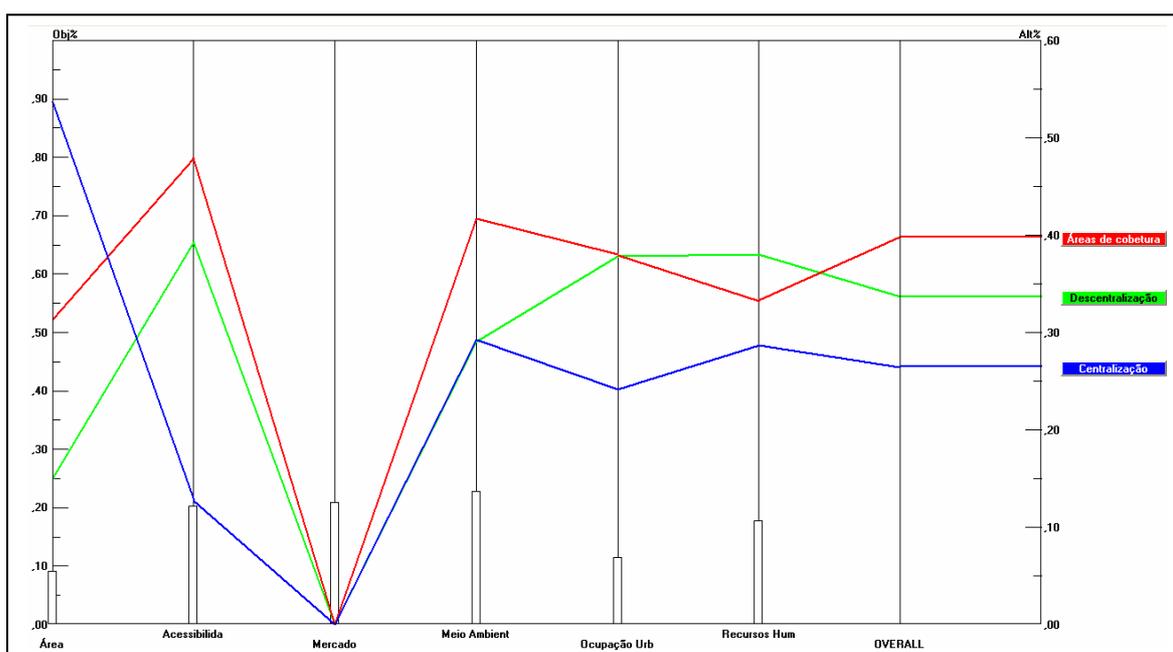


Figura 6.7 – Desempenho dos Critérios para Cada Cenário – Gestor

Quando se analisa o desempenho dos critérios para cada cenário (Figura 6.7), vê-se claramente que Áreas de Cobertura apresenta valores superiores à Descentralização nos principais critérios, empatando no critério ocupação urbana e perdendo apenas no critério recursos humanos. Esse resultado condiz com os relatos dos técnicos deste grupo, pois a maioria acredita ser a Áreas de Cobertura a opção mais viável economicamente para o DETRAN/DF.

Os resultados obtidos com os especialistas são apresentados nas Figuras 6.8, 6.9 e 6.10.

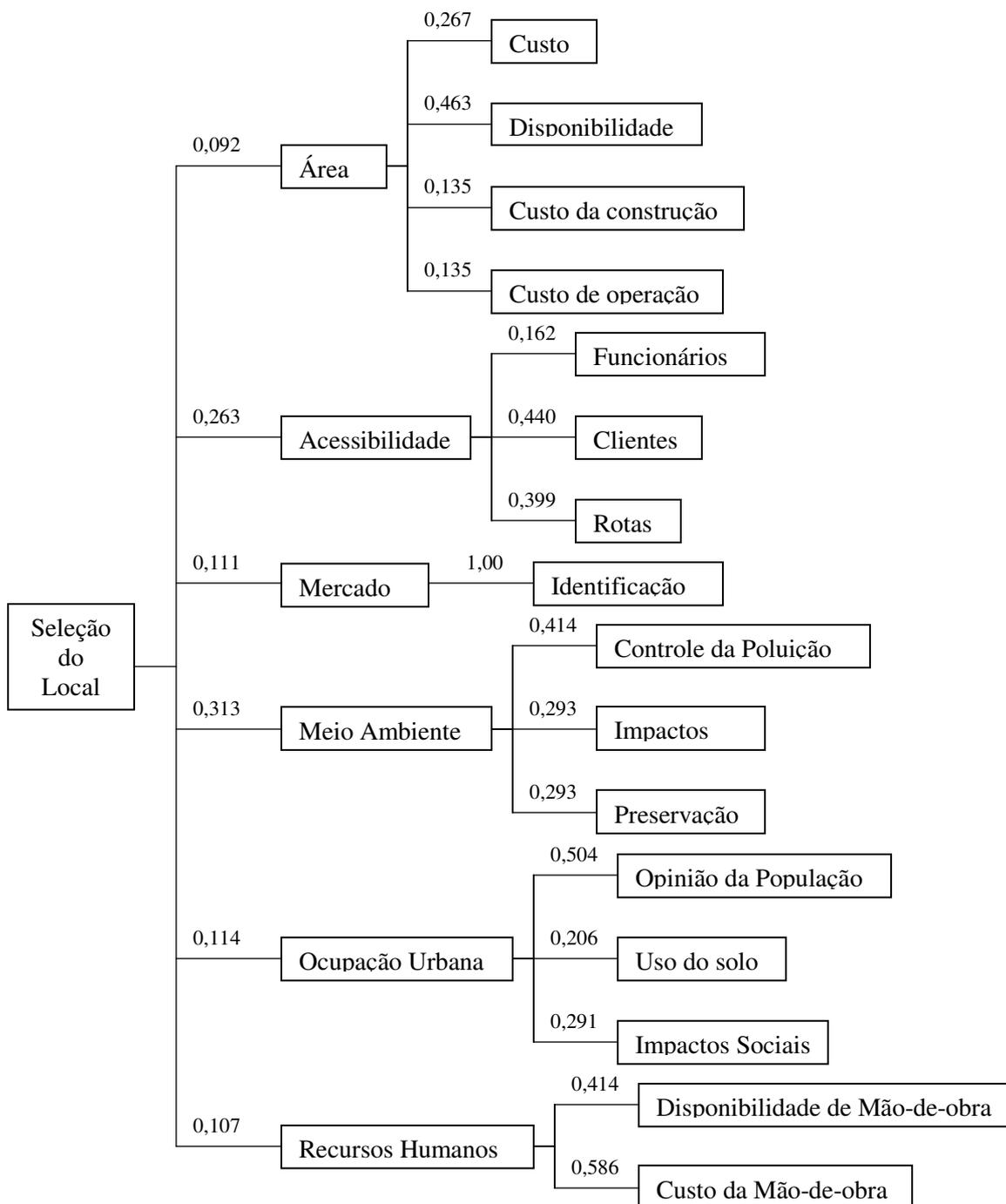


Figura 6.8 – Estrutura Hierárquica com Respetivos Pesos – Especialistas

Crítérios relacionados ao meio ambiente e acessibilidade foram determinantes para o resultado final do grupo, com respectivamente 31,3% e 26,3% (Figuras 6.8 e 6.9). Em relação às alternativas, os três cenários apresentam valores muito próximos, variando em

torno de 3% entre eles. A Descentralização destaca-se com 36,9%, seguida pelas Áreas de Coberturas com 33,1% e Centralização com 30,0%.

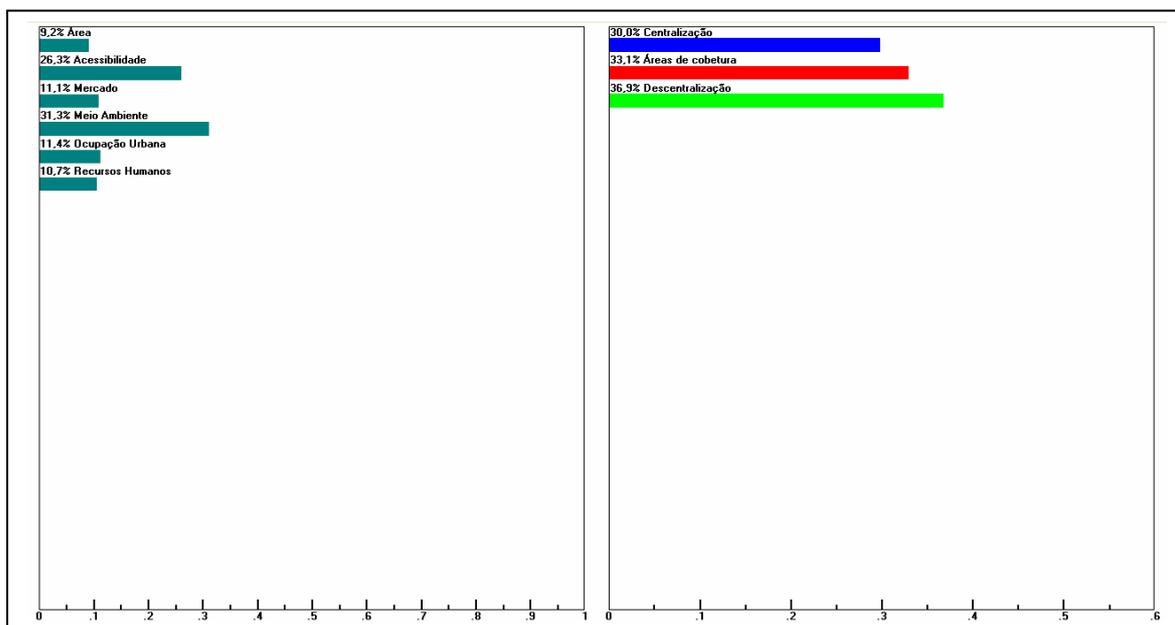


Figura 6.9 – Sensibilidade dos Critérios e Alternativas – Especialistas

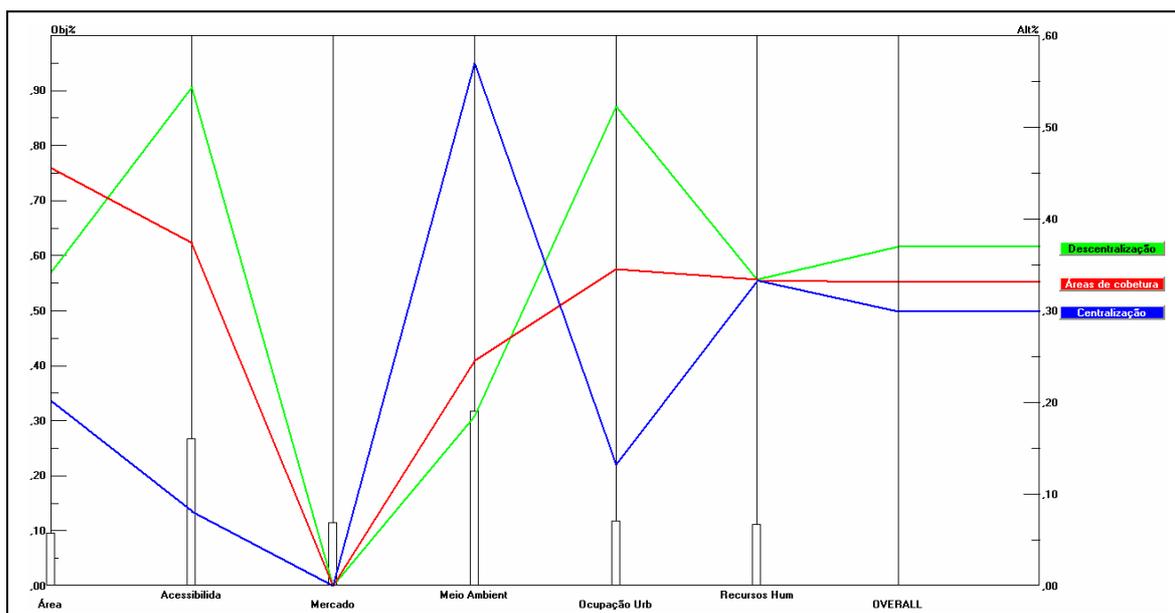


Figura 6.10 – Desempenho dos Critérios para Cada Cenário – Especialistas

Ao se avaliar o desempenho dos critérios para cada cenário (Figura 6.10), nota-se que Áreas de Cobertura se sobressai no critério área, a Centralização se destaca no critério meio ambiente e a Descentralização se sobrepõem nos critérios acessibilidade e ocupação urbana. Esse equilíbrio demonstra uma análise profunda e não tendenciosa dos especialistas do CEFTRU/UnB.

Já as Figuras 6.11, 6.12 e 6.13 exibem os resultados gerados para os usuários.

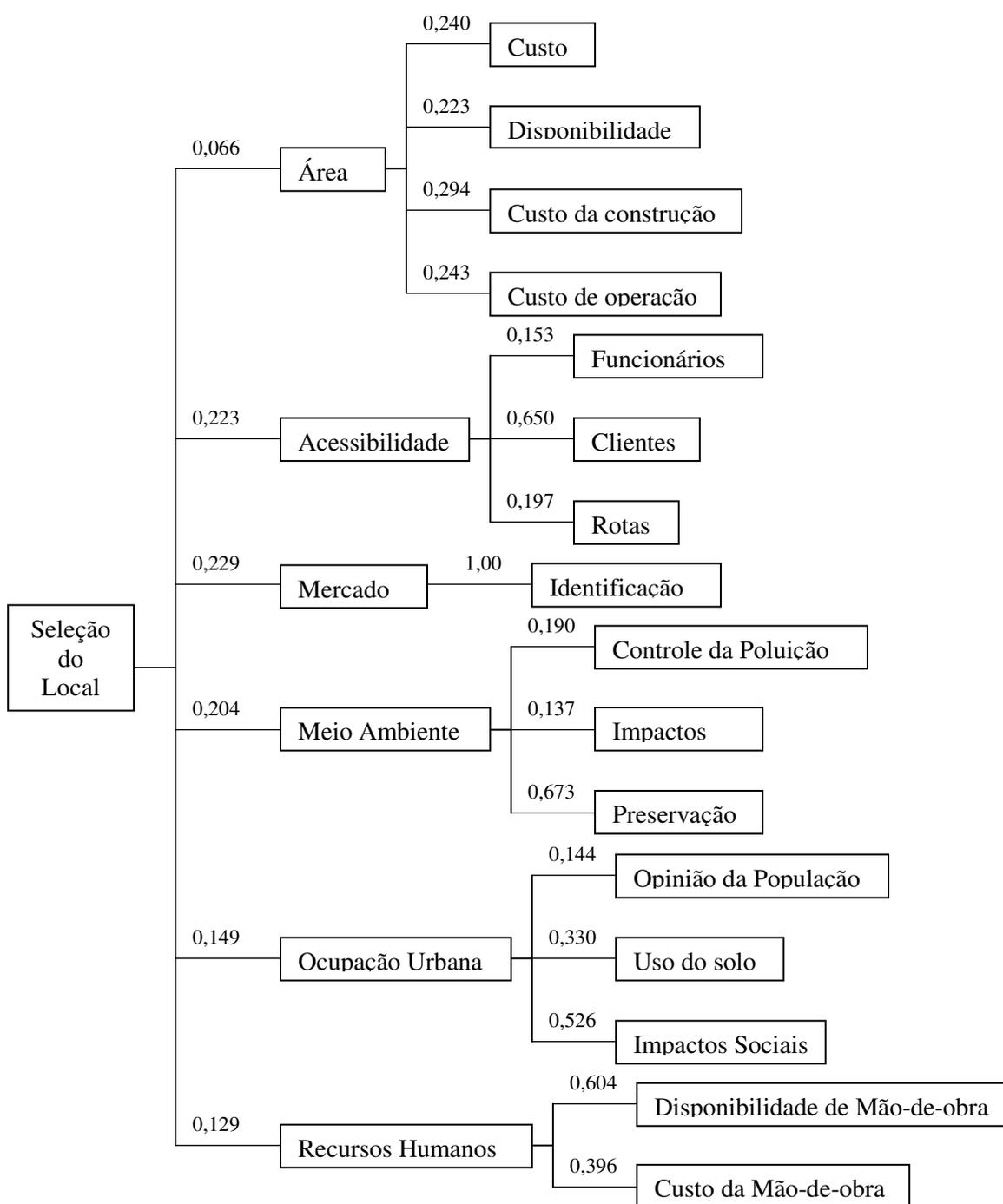


Figura 6.11 – Estrutura Hierárquica com Respetivos Pesos – Usuários

Nas Figuras 6.11 e 6.12 os critérios ligados ao mercado, acessibilidade e meio ambiente, com respectivamente 22,9%, 22,3% e 20,4%, foram os critérios decisivos para o resultado final do grupo. Quanto às alternativas, a Descentralização se sobressai com 55,1%. Áreas de Cobertura apresenta 29,5% e Centralização 15,4%. Quando se examina o desempenho dos critérios para cada cenário (Figura 6.13), vê-se claramente que a Descentralização

apresenta valores superiores aos outros cenários em todos os critérios. Esse resultado condiz com os relatos dos diversos usuários entrevistados, pois suas principais preocupações são com o custo da inspeção, facilidade de acesso ao serviço e os efeitos gerados ao meio ambiente.

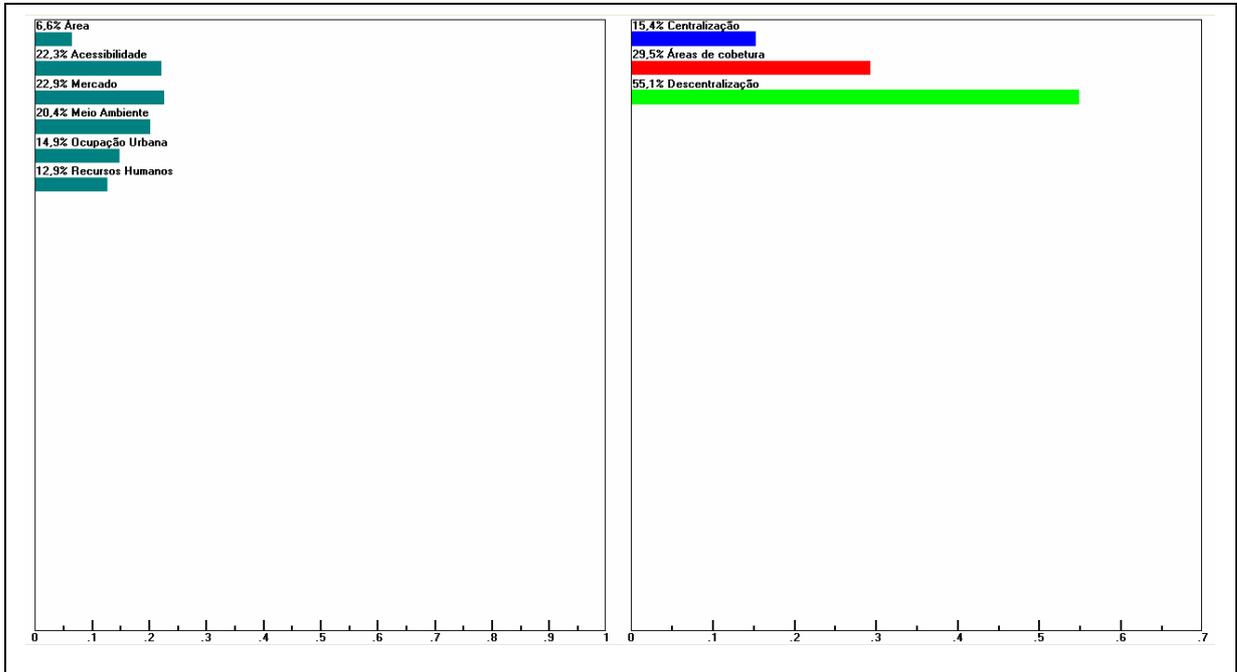


Figura 6.12 – Sensibilidade dos Critérios e Alternativas – Usuários

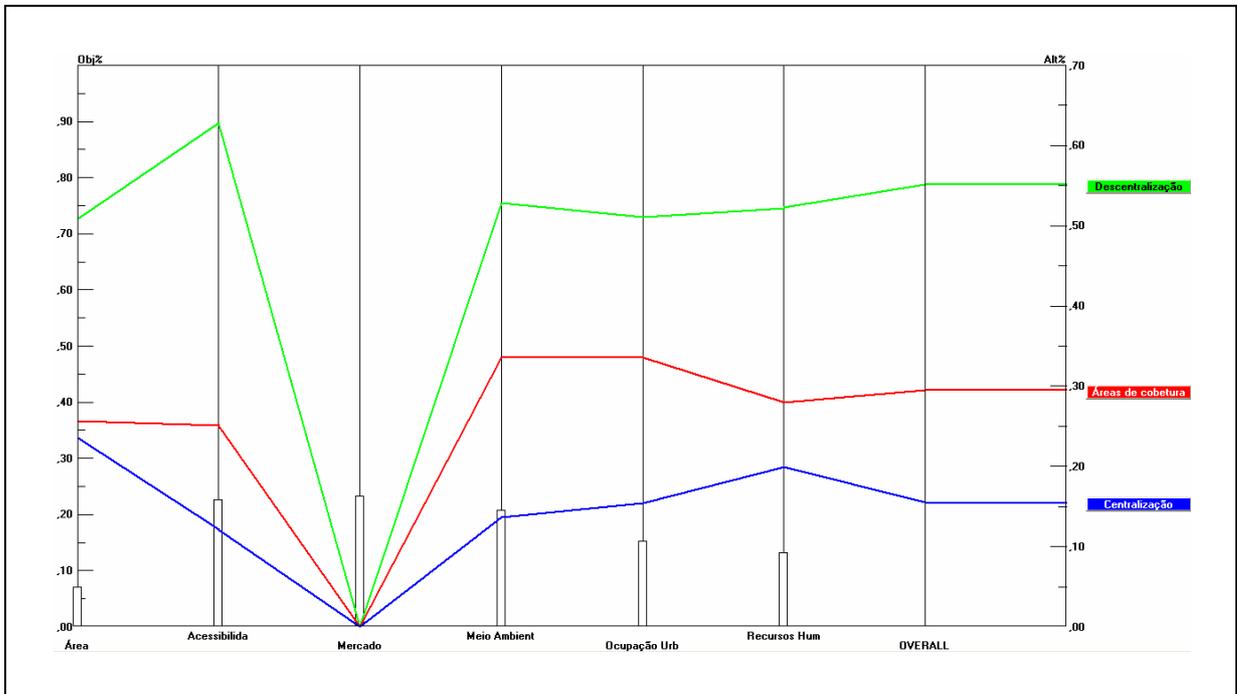


Figura 6.13 – Desempenho dos Critérios para Cada Cenário – Usuários

### 6.3 – TÓPICOS CONCLUSIVOS

O presente estudo de caso teve como principal objetivo a validação do procedimento proposto. Foram seguidas todas as etapas do procedimento com o exame dos três cenários sugeridos: Centralização, Áreas de Cobertura e Descentralização. A aplicação do método AHP, através do *software* Expert Choice 2000, versão educacional, resultou nos vários gráficos apresentados e analisados. Essa versão do *software* apresentou algumas restrições como a capacidade máxima de 25 participantes.

É importante destacar que, no exame dos resultados aqui obtidos, usuários e especialistas optaram pela Descentralização do sistema, enquanto o gestor selecionou Áreas de Cobertura. Caberia, então, ao Governo do Distrito Federal verificar e decidir qual cenário escolher entre as duas finalistas. Essa avaliação teve uma função mais didática quanto ao procedimento, visto o pequeno universo de entrevistados. No caso de uma real aplicação do modelo proposto é importante que se aumente o número de entrevistados dos diversos *stakeholders* envolvidos de forma a tornar ainda mais profunda e realista a análise final.

Em uma segunda etapa, após a definição do tipo de rede (centralizada, áreas de coberturas ou descentralizada), aplicar-se-ia novamente todo o procedimento proposto para definição dos locais candidatos à localização das estações. Nesse passo, realiza-se uma micro-análise, observando locais específicos para instalação das estações.

## 7 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O procedimento proposto alcançou com sucesso o objetivo geral formulado para este trabalho, o qual foi desenvolver um procedimento que permitisse ao gestor definir de maneira eficaz a rede de estações para a ITV. Também foram satisfeitos os objetivos específicos determinados como: análise das experiências internacionais de implantação de programas de ITV, identificação da legislação vigente quanto à ITV no Brasil e a experiência nacional, verificação dos equipamentos e modelos de estações de ITV propostos para o país, levantamento dos critérios para a localização de instalações e averiguação dos métodos existentes para a solução de problemas de localização de instalações.

A hipótese formulada, segundo a qual, adotando um procedimento que incorpore a análise dos diversos critérios que contribuem para a localização de instalações, é possível estruturar a rede de estações de forma que ela seja eficaz no atendimento da demanda, foi confirmada pela construção do procedimento, no qual a participação das partes interessadas, com suas expectativas e necessidades, era a base para todo o processo. A aplicação da análise multicritério através do método de análise hierárquica AHP mostrou-se indicado para o problema encontrado, devido às várias qualidades já apresentadas.

O *software* Expert Choice 2000, versão educacional, é uma ferramenta de fácil compreensão e operação. Seu sistema, imediatamente após a inserção dos dados para cada entrevistado, já apresenta o resultado final, gerando inclusive os gráficos para verificação. Essa versão apresentou algumas restrições, como a capacidade máxima de 25 participantes e a falta de uma ação que permitisse uma análise conjunta dos diversos envolvidos através da atribuição de pesos aos participantes.

O procedimento proposto se constitui como uma ótima ferramenta de auxílio para Estados e Municípios brasileiros no processo de implantação da ITV. Sua operacionalização é bem fácil e flexível, permitindo a retirada ou inserção de novos *stakeholders*, alternativas e critérios. Sua estruturação hierárquica facilita a visualização do sistema como um todo e seus componentes, bem como interações destes componentes e os impactos que os mesmos

exercem sobre o sistema. Todo esse arranjo flexível permite uma análise mais completa e eficiente do problema.

A partir do presente trabalho, propõe-se o desenvolvimento dos seguintes tópicos de estudo:

- Aprofundamento do estudo de caso apresentado, com a possibilidade de inserção de novos *stakeholders*, locais e critérios bem como o aumento no universo de entrevistados, com a utilização de uma versão mais completa do *software* Expert Choice.
- Utilização de outros métodos multicritérios para a comparação com os resultados obtidos com o método AHP.
- Maior aplicação do método AHP nos assuntos relacionados ao trânsito, devido às várias qualidades observadas.
- Realização de novos estudos de caso, a partir do procedimento proposto, para os vários Estados e Municípios brasileiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. (2006). *Industria Automobilística Brasileira – 50 Anos*. São Paulo.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2000). *Codificação dos Itens de Inspeção de Inspeção de Segurança Veicular: NBR: 14624*. Rio de Janeiro.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1998). *Inspeção de Segurança Veicular – Motocicletas e Assemelhados: NBR: 14180*. Rio de Janeiro.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1998). *Inspeção de Segurança Veicular – Veículos Leves e Pesados: NBR: 14040*. Rio de Janeiro.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1989). *Pesquisa de acidentes de trânsito: NBR: 10967*. Rio de Janeiro.

BALLOU, R.H. (2006). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial*. 5.ed. Bookman, Porto Alegre.

BRASIL. (2007). *Código de Trânsito Brasileiro: instituído pela Lei nº 9.503, de 23-09-97*. 3ª edição. DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito, Brasília.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. (2006). *Avaliação do programa de inspeção e manutenção de veículos em uso do Rio de Janeiro*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sqa/atmosfera/index.cfm?submenu=2#>> Acesso em: 5 fev. 2008.

BRASIL.(1993). *Resolução CONAMA Nº 007, de 31 de ago. 1993. Define as diretrizes básicas e padrões de emissão para o estabelecimento de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M*. Diário Oficial nº 250, Brasília, 31 de dez. 1993. Págs. 21534-21536.

BRASIL. (1994). *Resolução CONAMA Nº 015, de 29 de set. 1994. Vincula a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção para Veículos Automotores em Uso -I/M - à elaboração, pelo órgão ambiental estadual, de Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso – PCPV*. Diário Oficial nº 218, Brasília, 29 de set. 1994 Pág. 17408.

BRASIL. (1995). *Resolução CONAMA Nº 018, de 13 de dez. 1995. Determina que a implantação dos Programas de Inspeção e Manutenção para Veículos Automotores em Uso - I/M - somente poderá ser feita após a elaboração de Plano de Controle de Poluição por Veículos em uso - PCPV - em conjunto pelos órgãos ambientais estaduais e municipais. - Diário Oficial nº 249, Brasília, 29 de dez. 1995. Págs. 22879-22880*

BRASIL. (1997). *Resolução CONAMA Nº 227, de 20 de ago. 1997. Regulamenta a implantação do Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso I/M*. Diário Oficial nº 162, Brasília, 25 de ago. 1997. Pág. 18442.

BRASIL. (1999). *Resolução CONAMA Nº 251, de 12 de jan. 1999. Estabelece critérios, procedimentos e limites máximos de opacidade da emissão de escapamento para*

*avaliação do estado de manutenção dos veículos automotores do ciclo Diesel.* Diário Oficial nº 006, Brasília, 12 de jan. 1999. Pág. 097.

BRASIL. (1999). *Resolução CONAMA N° 252, de 01 de fev. 1999. Estabelece, para os veículos rodoviários automotores, inclusive veículos encarroçados, complementados e modificados, nacionais ou importados, limites máximos de ruído nas proximidades do escapamento, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso.* Diário Oficial nº 021, Brasília, 01 de fev. 1999. Págs. 60-61.

BRASIL. (1999). *Resolução CONAMA N° 256, de 30 de jun. 1999. Estabelece regras e mecanismos para inspeção de veículos quanto às emissões de poluentes e ruídos, regulamentando o Art. 104 do Código Nacional de Trânsito.* Diário Oficial nº 139, Brasília, 22 de jul. 1999. Págs. 27-28.

BRASIL. (2000). Ministério da Ciência e Tecnologia; Centro de Tecnologia, Departamento de Normatização e Inspeção da UNICAMP. *Avaliação Técnica e Econômica de Modelos de Implantação da Inspeção Técnica Veicular*. Brasília, 2000.

BRASIL. (2002). *Resolução CONAMA N° 297, de 26 de fev. 2002. Estabelece os limites para emissões de gases poluentes por ciclomotores, motocicletas e veículos similares novos.* Diário Oficial nº 51, seção 1, Brasília, 15 de mar. 2002. Págs. 86-88.

BRASIL. (2002). *Resolução CONAMA N° 315, de 29 de out. 2002. Dispõe sobre a nova etapa do Programa de Controle de Emissões Veiculares-PROCONVE.* Diário Oficial nº 224, seção 1, Brasília, 20 de nov. 2002. Págs. 90-92.

BRASIL. (2003). *Resolução CONAMA N° 342, de 25 de set. 2003. Estabelece novos limites para emissões de gases poluentes por ciclomotores, motocicletas e veículos similares novos, em observância à Resolução n o 297, de 26 de fevereiro de 2002, e dá outras providências.* Diário Oficial nº 240, seção 1, Brasília, 10 de dez. 2003. Pág. 95.

BRITO, Elisa A. S. B.; SOARES, Elisa M. S.; SILVA, Iara A. S. (2005). *Avaliação da importância relativa de critérios logísticos para a escolha da localização industrial na região metropolitana de belo horizonte.* In: XIX Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, Recife. Panorama Nacional de Pesquisa em Transportes 2005.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo. (1999). *Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo.* Disponível em: <<http://www.cetesb.br>>.

CONTROLAR. (2009). *Inspeção Ambiental Veicular.* Disponível em: <[http://www.controlar.com.br/inspecao\\_legislacao.php?tipo=1](http://www.controlar.com.br/inspecao_legislacao.php?tipo=1)> Acesso em 10 fev. 2009.

COUTO, Anderson P. A. (2000) *Análise da Redução de Material Particulado de Ônibus Urbano.* Dissertação de Mestrado em Transportes Urbanos, Universidade de Brasília, 107p.

DASKIN, M. S. (1995). *Network and discrete location – models, algorithms and applications.* John Willey & Sons, New York. E.U.A.

DAVENPORT, P. (2008). *Arizona weighs expanding reach of emissions testing*. The Associated Press, Phoenix, 17 mar. 2008. Disponível em: <<http://www.azcentral.com/specials/special12/articles/0317emissions.html&h=137&w=258&sz=22&hl=pt->> . Acesso em: 08 jul. 2008.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA (1994). High-Tech Inspection and Maintenance Tests (Procedures and Equipment). <http://www.epa.gov/otaq/16-hitec.htm>.

ESMAP (2002). *Making Vehicle Emissions Inspection Effective – Learning from Experience in India, South Asia Urban Air Quality Management Briefing Note*. No 9, Urban Air pollution, The World Bank.

FERRONATTO, L. G. ; BARATZ, E. V. (2002). *Aplicação de Análise Hierárquica para Priorização de Atividades em Órgão Gestor de Trânsito e Transportes*. In: XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2002, Natal - RN. XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. São Paulo - SP : Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes.

FRANÇA, Luis C. R. (2004). *Procedimento para Análise da Eficácia da Gestão dos Órgãos de Trânsito dos Municípios Brasileiros*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília. 115p.

GALVÃO, C.R.; ALVES, Alexandre M.B. (2004). *Operação de Aparelhos Técnicos*. 1.ed. Academia de Polícia Civil/DF , Brasília.

GOLD, P.A. (1998). *Segurança de Trânsito: Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes*. Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, Washington, E.U.A.

HARRINGTON, W., McCONNELL, V., ANDO, A. (2000). “Are vehicle emission inspection programs living up to expectations?”. *Transportation Research Part D*, n.5, p. 153-172.

La Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. (2006). *Revisión Crítica de Información sobre el Proyecto de Restricción Vehicular Sabatina*. Cidade do México, México. Disponível em: < <http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php?opcion=26&id=324>> Acesso em: 8 jul. 2008.

LUCENA, Luciana F.L. (1999) *A Análise Multicriterial na Avaliação de Impactos Ambientais*. In: III Encontro ECO-ECO – Instrumentos Econômicos e Políticas Públicas para a Gestão Ambiental, Recife, Brasil.

MAPA, Sílvia M. S.; LIMA, R.S.; MENDES, José F.G. (2006) *Localização de instalações com o auxílio de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e modelagem matemática*. In: XXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Fortaleza, Brasil. Disponível em: < <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/72251/Mendes-CN-2-2006-Localiza%c3%a7%c3%a3o%20de%20instala%c3%a7%c3%b5es%20com%20%20aux%c3%adlio.pdf>> Acesso em 15 jul. 1998.

MAGALHÃES, D. J. A. V. ; BRITO, E. A. S.; SILVA, I. A.; SOARES, E. M. (2005). *Avaliação da Importância Relativa de Critérios Logísticos para a Escolha da Localização Industrial na Região Metropolitana de Belo Horizonte*. In: XIX Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2005, Recife. Panorama Nacional de Pesquisa em Transportes 2005. Recife : Editora Universitária, 2005. v. II. p. 1665-1675.

MALCZEWSKI, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. John Wiley & Sons, New York, E.U.A.

NOGUEIRA, C. W.; GONÇALVES, M.B. (2005) . *Aplicação do Método AHP na Análise de Alternativas de Traçados para Pavimentação de Estradas: Um Estudo de Caso na Região do Vale do Itajaí em Santa Catarina*. In: XIX CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 2005, RECIFE. COMUNICAÇÕES TÉCNICAS 2005: ANPET, 2005. p. 8.

NOVAES, A. B. (2006). *Inspeção técnica veicular - modelos de estações*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 84p.

RICHBURG, K.B. (2008). *California Sues EPA Over Emissions Rules*. The Washington Post, Washington, 3 jan. 2008. Disponível em:<<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2008/01/02/AR2008010202833.html>> . Acesso em: 08 jul. 2008.

ROMERO, B.C. (2006). *Análise da Localização de Plataformas Logísticas: aplicação ao caso do ETSP - Entrepasto Terminal São Paulo - da CEAGESP*. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ROMERO, B. C.; GUALDA, N. D. F. (2006) *Localização de Plataformas Logísticas: Aplicação do AHP ao Caso do ETSP – Entrepasto Terminal São Paulo - da CEAGESP*. In: XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2006, Brasília. Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2006. Rio de Janeiro: ANPET, 2006. v.II. p. 1461-1472.

SAATY, T.L. (1991). *Método de Análise Hierárquica*. Editora Makron, São Paulo.

SINDIPEÇAS - Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores. (2008). *Estudo da Frota Circulante*. São Paulo. Disponível em: <[http://www.sindipecas.org.br/paginas\\_NETCDM/modelo\\_pagina\\_generico.asp?ID\\_CANAL=514](http://www.sindipecas.org.br/paginas_NETCDM/modelo_pagina_generico.asp?ID_CANAL=514)>. Acesso em: 5 fev. 2008.

SZWARCFITER, L. (2004). *Opções para o aprimoramento do controle de emissões veiculares de poluentes atmosféricos no Brasil – uma avaliação do potencial de programas de inspeção e manutenção e de renovação acelerada da frota*. Dissertação de Doutorado em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

WENZEL, T. (2001). “*Evaluating the long-term effectiveness of the Phoenix IM240 program*”. *Environmental Science & Policy* 4, 377-389.

WENZEL, T. (2001). “*Reducing emissions form in-use vehicles: na evaluation of the Phoenix inspection and maintenance program using test results and independent emissions measurements*”. *Environmental Science & Policy* 4, 359-376.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

### QUESTIONÁRIO

Nome: \_\_\_\_\_

Grupo que faz parte:

- Usuário
- Gestor do Sistema
- Especialistas de Trânsito

O presente questionário busca definir os locais candidatos à implantação das Estações de Inspeção Técnica Veicular no Distrito Federal. A partir do estudo realizado foi estabelecido 3 cenários de implantação:

- Centralização do serviço: nesse cenário todo o serviço de inspeção será realizado por uma única estação de Inspeção Técnica Veicular.
- Divisão do território em áreas de cobertura: o Distrito Federal será dividido em 6 áreas de cobertura, onde em cada área será instalada uma estação de Inspeção Técnica Veicular.
- Descentralização do serviço: cada região administrativa contará com uma estação de Inspeção Técnica Veicular para atender aos veículos endereçados na sua localidade.

Para responder o questionário você deverá marca em cada linha qual o grau de importância de um critério sobre o outro segundo o ponto de vista em questão seguindo a tabela abaixo.

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	mesma importância	as duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	importância pequena de uma sobre a outra	a experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra
5	importância grande ou essencial	a experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra
7	importância grande ou demonstrada	uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	importância absoluta	a evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	valores intermediários entre os valores adjacentes	quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Em relação ao custo da área, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação à disponibilidade de área, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação ao custo associado à construção da instalação, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação ao custo de operação da instalação, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação ao acesso dos funcionários e seu custo, compare as alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação ao acesso dos clientes, compare as alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação às rotas de acesso, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação ao tamanho e proximidades aos mercados consumidores, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação ao controle qualidade do ar, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação aos impactos no ecossistema e ruído, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação a preservação do meio ambiente, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação à aceitação pela população da atividade da empresa na região, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação as possíveis restrições ou barreiras para a implantação do projeto quanto ao uso do solo, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação aos impactos sociais, incluindo benefícios sócio-econômicos, gerados pela implantação da instalação, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação a disponibilidade de mão-de-obra qualificada, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Em relação ao custo da mão-de-obra na região, compare as seguintes alternativas:

Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Áreas de Cobertura
Centralização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização
Áreas de Cobertura	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Descentralização

Na segunda fase os sub-critérios devem ser comparados sob o ponto de vista dos critérios relacionados:

Em relação à área, compare as seguintes alternativas:

Custo do terreno	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Disponibilidade
Custo do terreno	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Custo da construção
Custo do terreno	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Custo de operação
Disponibilidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Custo da construção
Disponibilidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Custo de operação
Custo da construção	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Custo de operação

Em relação a acessibilidade, compare as seguintes alternativas:

Funcionários + custo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Clientes
Funcionários + custo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rotas
Clientes	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rotas

Em relação ao meio ambiente, compare as seguintes alternativas:

Controle da poluição	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Impactos
Controle da poluição	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Preservação
Impactos	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Preservação

Em relação a ocupação urbana, compare as seguintes alternativas:

Opinião da população	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uso do solo
Opinião da população	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Impactos sociais
Uso do solo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Impactos sociais

Em relação aos recursos humanos, compare as seguintes alternativas:

Disponibilidade de mão-de-obra	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Custo da mão-de-obra
--------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------------------

Em relação à localização das Estações de Inspeção Técnica Veicular no Distrito Federal, compare as seguintes alternativas:

Área	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acessibilidade
Área	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mercado
Área	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Meio Ambiente
Área	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ocupação Urbana
Área	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Recursos Humanos
Acessibilidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mercado
Acessibilidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Meio Ambiente
Acessibilidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ocupação Urbana
Acessibilidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Recursos Humanos
Mercado	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Meio Ambiente
Mercado	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ocupação Urbana
Mercado	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Recursos Humanos
Meio Ambiente	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ocupação Urbana
Meio Ambiente	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Recursos Humanos
Ocupação urbana	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Recursos Humanos