

**Gabriel Espírito Santo Martins Pereira**

**Desenvolvimento de uma metodologia para análise  
comparativa de visibilidade automotiva.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Mestre Profissional em  
Engenharia Automotiva.

São Paulo

2007

**Gabriel Espírito Santo Martins Pereira**

**PARA CÓPIAS, CONSULTAR A EDIÇÃO REVISADA :**

FMP- 149

Ed. rev.

**Desenvolvimento de uma metodologia para análise  
comparativa de visibilidade automotiva.**

Escola Politécnica da USP  
Departamento de Engenharia de Veículos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Mestre Profissional em  
Engenharia Automotiva.

Área de concentração: Engenharia Automotiva

Orientador: Prof. Dr. Fausto Mascia

São Paulo

2007

## **DEDICATÓRIA**

A Deus, por me presentear com sabedoria, paciência e inteligência necessários para a conclusão deste trabalho.

Ao meu pai Gabriel e minha mãe Maria José, pela dedicação e incentivo a minha educação e aperfeiçoamento profissional.

A minha irmã Juliana, por todo o apoio e motivação para a conquista deste título.

A Elisabete Pivetta, pela compreensão e apoio dedicado durante todo o tempo investido no desenvolvimento deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Fausto Mascia por sua atenção e dedicação durante todo o processo de orientação.

A Cesvi do Brasil S/A – Centro de Experimentação e Segurança Viária, onde foram realizados todos os ensaios.

A Eletromecânica Dyna S/A pela colaboração na obtenção de informações e suporte para o desenvolvimento deste trabalho.

A Saint-Gobain Vidros divisão Sekurit pelos esclarecimentos na realização deste trabalho.

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

## ***RESUMO***

Com a competitividade do mercado automotivo, onde a cada momento é lançado um novo veículo no mercado, os critérios na escolha e compra de um veículo também têm mudado e agora não envolve somente aspectos relacionados ao custo e desempenho do veículo, mas também aspectos como segurança se tornam um atrativo para a escolha final do consumidor. A constante e rápida evolução fazem com que cada vez mais as montadoras corram em busca de vantagens, para atender as necessidades e as exigências garantindo a maior satisfação do cliente. Para atender estas necessidades é que os requisitos tem como um de seus principais intuitos a criação de melhores condições de segurança com componentes automotivos adequados, para as propostas de atingir um maior nível de responsabilidade e comprometimento junto à sociedade, de forma a fornecer toda a assistência e suporte necessário em relação as questões de uso e segurança do condutor. O presente trabalho realiza uma análise experimental através de uma metodologia para comparar a visibilidade dos veículos dentro de uma mesma categoria, estabelecendo indicadores de projeto que auxiliem ou complementem a visão do condutor para o ambiente externo. Ao final do trabalho, os resultados demonstram que para cada indicador (visibilidade traseira, visibilidade lateral, área envidraçada e área de varredura do limpador de pára-brisa) apresenta um valor onde o veículo pode obter um melhor resultado mas em um outro diferente parâmetro pode ter uma deficiência, os valores evidenciam estas diferenças com margens afastadas de um modelo para o outro. Portanto o intuito desta pesquisa não é mostrar o veículo com melhor visibilidade mas apontar uma ferramenta importante para estabelecer melhorias de visibilidade de um automóvel para novos desenvolvimentos.

Palavras-chave: Visibilidade.Segurança.

## ABSTRACT

With the competitiveness of the automotive market, each moment a new vehicle is launched in the market, the criterion of choosing and purchase a vehicle has also changed and now it not only involves aspects related to the cost and performance of the vehicle but also aspects, such as security, have become an attractive for the buyer's final choice. The constant and fast evolution make more car assembly plants search for advantages of having the needs to fulfill the requirements and to guarantee the client's satisfaction. To fulfill these needs that the requirements have, as one of its main intention, create better conditions with adequate automotive part, the proposal to reach a higher level of responsibility and engagement with the society, the way to supply all the assistance and necessary support related to questions of use and conductor's security. The present work carries out an experimental analysis through one methodology to compare the visibility of the vehicles in the same category, establishing project's indicators that assist or complement the vision of the conductor for the outside environment. By the end of the work, the results demonstrate that for each point (back visibility, side visibility, englassed area and the sweeping windshield wiper's area) it shows an index where the vehicle can get a better result, but in another different parameter may have a deficiency, the values evidences these differences from a model to another, therefore the intention of this research is not to show the vehicle with better visibility but to point a important tool to establish visibility's improvements of an automobile for new developments.

Keywords: Visibility.Safety.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Campo de visão.....	6
Figura 2.2 - Ângulo de visão de acordo com a velocidade.....	7
Figura 2.3 - Campo de visão através dos espelhos.....	8
Figura 2.4 - Composição do vidro.....	9
Figura 2.5 - Visão proporcionada pelo pára-brisa.....	13
Figura 2.6 - Visão proporcionada pelo vidro traseiro ou vigia.....	14
Figura 2.7 - Formato prolongado do vidro traseiro.....	14
Figura 2.8 - Visão proporcionada pelo espelho retrovisor.....	15
Figura 2.9 - Visão proporcionada pelo espelho retrovisor interno.....	16
Figura 2.10 - Visão proporcionada pelo espelho retrovisor lateral.....	18
Figura 2.11 - Exemplo de um espelho convexo combinado com um espelho plano.....	19
Figura 2.12 - Visão prejudicada pela coluna A do veículo.....	20
Figura 2.13 - Área envidraçada do Fusca e do Focus.....	22
Figura 2.14 - Aerofólio traseiro.....	26
Figura 2.15 - Estepe na tampa traseira.....	27
Figura 2.16 - Encosto de cabeça traseiro.....	27
Figura 2.17 - Regiões de ponto cego de um veículo.....	28
Figura 2.18 - Exemplo de câmera traseira montada em um Lexus.....	29
Figura 2.19 - Exemplo de uma tela de visualização da câmera traseira.....	30
Figura 2.20 - Esquema ilustrativo de operação do Blis.....	31
Figura 2.21 - Imagem de uma situação da utilização do sensor.....	31

Figura 2.22 - Evolução da lâmina de borracha.....	33
Figura 2.23 - Campo de visão pelo espelho retrovisor interno.....	42
Figura 2.24 - Campo de visão pelo espelho retrovisor externo.....	43
Figura 2.25 - Dimensionamento da área de varredura do limpador de pára-brisa.....	45
Figura 3.1 - Desenho esquemático de visibilidade traseira.....	47
Figura 3.2 - Obstáculo do experimento de visibilidade traseira.....	49
Figura 3.3 - Desenho esquemático de visibilidade lateral.....	50
Figura 3.4 - Obstáculo do experimento de visibilidade lateral.....	52
Figura 3.5 - Limpeza proporcionada pelo limpador de pára-brisa.....	55
Figura 3.6 - Eficácia de varredura do limpador de pára-brisa dianteiro.....	56
Gráfico 01: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Fiat Uno.....	60
Gráfico 02: Representação da área de visibilidade traseira – veículo VW Fox.....	61
Gráfico 03: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Renault Clio.....	82
Gráfico 04: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Fiat Palio Fase III.....	83
Gráfico 05: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Peugeot 206.....	84
Gráfico 06: Representação da área de visibilidade traseira – veículo GM Corsa.....	85
Gráfico 07: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Ford Fiesta.....	86
Gráfico 08: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Volkswagen Gol G4.....	87
Gráfico 09: Representação da área de visibilidade traseira – veículo GM Celta.....	88
Gráfico 10: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Citroën C3.....	89
Gráfico 11: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Ford KA.....	90
Gráfico 12: Representação da visibilidade lateral – veículo GM Celta.....	92
Gráfico 13: Representação da visibilidade lateral – veículo Ford KA.....	93

Gráfico 14: Representação da visibilidade lateral – veículo Fiat Palio Fase III.....	94
Gráfico 15: Representação da visibilidade lateral – veículo Citroën C3.....	95
Gráfico 16: Representação da visibilidade lateral – veículo Volkswagen Fox.....	96
Gráfico 17: Representação da visibilidade lateral – veículo Renault Clio.....	97
Gráfico 18: Representação da visibilidade lateral – veículo Peugeot206.....	98
Gráfico 19: Representação da visibilidade lateral – veículo GM Corsa.....	99
Gráfico 20: Representação da visibilidade lateral – veículo Ford Fiesta.....	100
Gráfico 21: Representação da visibilidade lateral – veículo Volkswagen Gol Geração 4.....	101
Gráfico 22: Representação da visibilidade lateral – veículo Fiat Uno.....	102

## LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1 - Resultado de área não visível dos veículos analisados.....	58
TABELA 4.2 - Resultado experimental do último ponto não visível.....	64
TABELA 4.3 - Resultado experimental de visibilidade lateral.....	65
TABELA 4.4 - Resultado experimental de medição de área envidraçada.....	67
TABELA 4.5 - Resultado experimental de medição do limpador de pára-brisa dianteiro.....	69
TABELA 4.6 - Resultado experimental de medição do limpador de pára-brisa traseiro.....	71

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONTRAN	CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO
ANFAVEA	ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES
CET	COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO
PVB	POLIVINIL BUTIRAL

## SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1. Acidentes envolvendo a visibilidade.....	3
2.2. Aspectos da visão.....	4
2.3. Fatores que influenciam na visibilidade.....	9
2.3.1. Vidros.....	9
2.3.1.1. Pára-brisa.....	12
2.3.1.2. Vidro traseiro.....	13
2.3.1.3. Vidro lateral.....	15
2.3.2. Espelhos retrovisores.....	15
2.3.2.1. Espelho retrovisor interno.....	16
2.3.2.2. Espelho retrovisor lateral.....	16
2.3.2.3. Espelho convexo.....	18
2.3.3. Carroceria.....	20
2.3.3.1. Acessórios da carroceria.....	26
2.3.3.2. Pontos Cegos.....	28
2.3.3.3. Dispositivos criados para a diminuição do ponto cego.....	29
2.3.4. Limpador de pára-brisa.....	32
2.3.4.1. Elastômeros.....	34
2.3.4.2. Borracha Natural.....	35
2.3.4.3. Borracha Sintética.....	37
2.3.4.4. Atrito.....	39
2.3.4.5. Típicos limpadores de pára-brisa.....	40
2.4. Legislação.....	41
2.4.1. Retrovisor interno.....	42
2.4.2. Retrovisores externos lado do condutor.....	42
2.4.3. Retrovisores externos lado do passageiro.....	43
2.4.4. Limpador de pára-brisa.....	44
3. METODOLOGIA.....	46
3.1. Visibilidade traseira.....	46
3.1.1. Dimensões do campo de visão traseiro.....	46
3.1.2. Objeto para simulação.....	48
3.2. Visibilidade lateral.....	49
3.2.1. Dimensões do campo de visão lateral.....	50
3.2.2. Objeto para simulação.....	51

3.2.3. Posicionamento do motorista.....	52
3.3. Área envidraçada.....	53
3.4. Eficácia do limpador de pára-brisa.....	54
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1. Visibilidade traseira.....	57
4.1.1. Área não visível.....	58
4.1.2. Último ponto não visível.....	62
4.2. Visibilidade lateral.....	65
4.3. Medição de área envidraçada.....	67
4.4. Medição da eficácia do limpador de pára-brisa.....	69
4.4.1. Limpador de pára-brisa dianteiro.....	69
4.4.2. Limpador de pára-brisa traseiro.....	71
5. CONCLUSÕES.....	73
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	76
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

## ANEXOS

## 1.INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores na concepção de projeto de um veículo é a segurança proporcionada para o motorista e ocupantes. A grande influência no projeto de um veículo é a visibilidade. Para definir especificações e parâmetros, pode-se dizer que a visibilidade proporcionada por automóveis é aquela permitida pelos vidros, pára-brisa e auxiliada pelos retrovisores externos, retrovisor interno do veículo e pelos limpadores de pára-brisa.

A boa visibilidade da faixa de trânsito e dos elementos que compõem este ambiente é parte fundamental que o motorista precisa ter para evitar acidentes. Embora exista regulagem do espelho retrovisor para melhorar a visibilidade e minimizar as limitações de visão do motorista não podemos alterar as características originais do veículo.

Com estes tipos de limitações de visibilidade e possíveis acidentes e danos causados aos obstáculos e aos pedestres em condições de marcha à ré ou em mudança de faixa de trânsito, quer seja por distração ou pela dificuldade de utilização de maneira correta dos equipamentos do veículo, é que se concebeu este estudo.

No sentido de melhorar esta visibilidade, ocasionada pelas restrições do projeto é que este comparativo mostra resultados para proposta de alterações que possam minimizar as limitações do motorista.

As montadoras desenvolvem melhorias para agregar um diferencial em seu produto. Assim a qualidade e o atendimento das normas não é o suficiente, é necessário alcançar padrões de reconhecimento do produto, permitindo assim uma maior confiança e credibilidade junto ao mercado e ao consumidor final.

Diversos projetos são realizados e continuamente estão sendo aprimorados de forma a estarem alinhados com as atuais exigências e necessidades do mercado consumidor.

O principal objetivo é a confiabilidade proporcionada ao consumidor, identificando e mostrando a competência e capacitação do fabricante, para se diferenciar no mercado, construindo uma imagem de respeito e segurança. Atingindo um patamar superior dentro do desenvolvimento tecnológico, adaptadas as necessidades do consumidor.

A importância deste trabalho se deve não apenas por se tratar de um aspecto de segurança de um automóvel, mas por se constituir em fonte de subsídios de informações que é carente de bibliografia especializada em língua portuguesa.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

Neste texto são apresentados os fundamentos utilizados para a análise e desenvolvimento propostos neste trabalho. Para a descrição detalhada dos procedimentos de ensaios de visibilidade traseira, visibilidade lateral, área envidraçada e eficácia do limpador de pára-brisa, deve-se consultar a literatura e resoluções citadas ao longo deste.

Inicialmente é exposto a essência do motivo do trabalho que são os acidentes envolvendo a visibilidade. Em seguida são apresentados os fatores que influenciam a visibilidade, este conhecimento tem seu valor no sentido de serem especificadas as variáveis importantes no estudo e avaliação dos resultados. Na seqüência os detalhes da legislação e determinação de requisitos das resoluções. Os detalhes destes requisitos são importantes parâmetros para o desenvolvimento da metodologia proposta.

### **2.1 Acidentes envolvendo a visibilidade**

A visão é obviamente um fato importante ao dirigir, a maioria das informações recebidas pelo motorista vem do sentido visual. A sensibilidade de percepção do movimento, do campo de vista de cada olho e os movimentos dos olhos são necessárias para a condução do veículo. O aspecto de monitoração visual que é envolvido em uma variedade de manobras ao dirigir é necessária para se dirigir eficientemente e com segurança.

No caso específico de corredores viários, motocicletas deslocando-se sobre o balizamento das vias, quando vistas pelo condutor do automóvel através do espelho retrovisor externo, tornam-se objetos vulneráveis. E nessas condições, a avaliação da distância de

posicionamento da motocicleta, torna-se praticamente impossível de ser realizada pelo cérebro humano em um curto intervalo de tempo. O mesmo acontece para veículos próximos que se movem em similar ou velocidades mais rápidas no mesmo sentido, aumentando a distância necessária da visão.

Na cidade de São Paulo são registrados 70 acidentes por dia envolvendo motociclista, em uma frota de mais de 180 mil motociclistas profissionais, onde 71% dos acidentes causam vítimas graves e um motociclista morre por dia. (CET, 2006).

Segundo o órgão norte americano Consumer Reports (2004), no ano de 2003, foram registrados 91 mortes de crianças, um aumento de 57% em relação a 2002. O órgão Kids and Cars (2007) estudou que de 2002 a 2006 os acidentes envolvendo crianças de até 15 anos foi de um total de 941 crianças, sendo que 49,5% destes foram ocasionados por elas estarem atrás dos veículos no ponto cego.

Na Austrália a pesquisa realizada em Queensland de 1994 até 2000, relata que 28 crianças menores de cinco anos morreram, em resultado de atropelamento em marcha-ré em baixa velocidade. Isto representa a terceira causa mais freqüente de mortes em crianças até cinco anos, que ocorre na maioria dos casos na própria residência causado por familiar ou por amigo próximo. (HOCKEY, MILLES, BARKER, 2003).

No Brasil não temos estatística de registros de acidentes de atropelamento de crianças em marcha-ré.

Em condições adversas de intensa chuva e de noite a vista do motorista na via pode ser mínima, mesmo assim o motorista deve se gerenciar e conduzir o veículo até encontrar a rota e chegar no destino desejado. Os critérios mínimos para poder dirigir são fornecidos não necessariamente por indicações adequadas do sentido e por limites da estrada e da presença de

outros veículos. Entretanto, dirigir sob circunstâncias pobres de visibilidade é muito estressante para o motorista e os resultados podem significar um alto risco de acidente. Além disso, é somente possível reduzindo a velocidade e dirigindo cuidadosamente, de modo que a informação da estrada seja percebida e interpretada a tempo para fazer correções ao caminho principal ou fazer exame de toda a ação necessária para evitar colidir com outros veículos.

## **2.2 Aspectos da visão**

Muitas das informações necessárias para o motorista são coletadas através do uso dos olhos. Os olhos recebem imagens utilizando a reflexão luminosa através da íris e transmite esta imagem para o cérebro pelos nervos ópticos. Cada captura do olho é de aproximadamente 30 a 40 imagens por segundo (TORREIRO, 2004).

De acordo com a Sociedade dos Engenheiros Automotivos (2003), o máximo de rotação dos olhos é de 30 graus para a esquerda e direita, 45 graus para cima e 65 graus para baixo de uma linha reta. Sendo que a rotação ocular pode ser facilmente alcançada com 15 graus para a esquerda e direita, 15 graus para cima e 15 graus para baixo.

O máximo que o motorista consegue virar com a cabeça no eixo vertical é 60 graus para esquerda ou para a direita. É possível o motorista alcançar sem esforço 45 graus de rotação.

O campo de visão direto é aquele sem ajuda de nenhum componente. O campo de visão indireto é proporcionado com auxílio e uso de equipamentos. O monocular é aquele que pode ser visto com um olho somente. O binocular é aquele que pode ser visto simultaneamente com ambos os olhos. O ambinocular é o campo de visão total que pode ser visto com ambos os olhos

separadamente. Isto inclui tanto a visão binocular quanto a visão monocular. (PEACOCK, 1993)

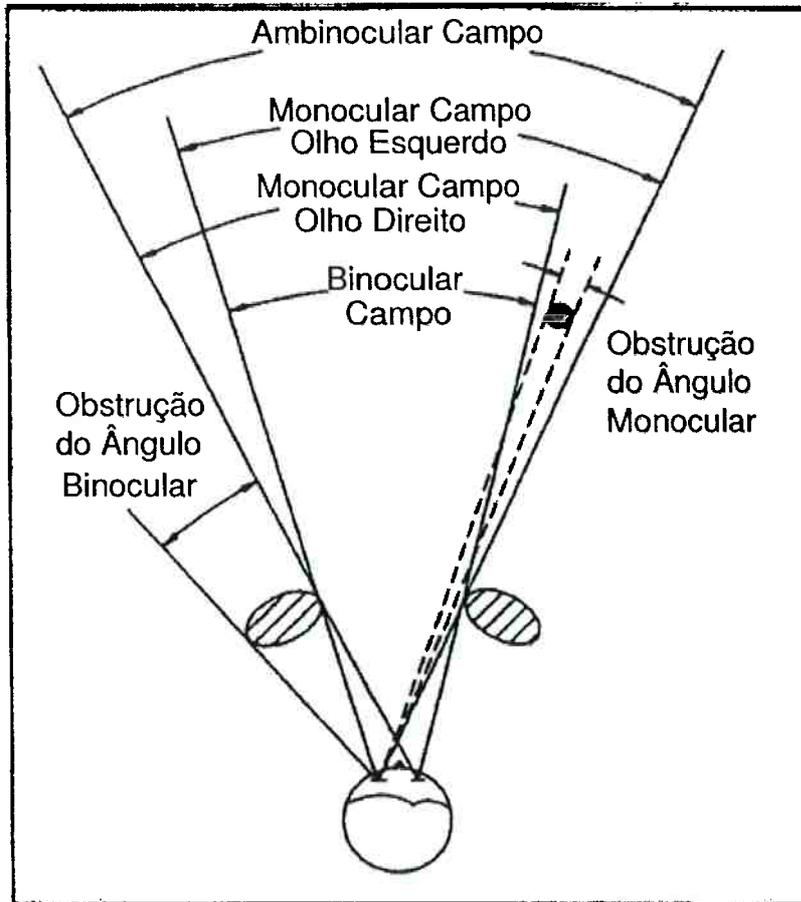


Figura 2.1: Campo de visão (SAE J1050, 2003).

A acuidade visual refere a clareza da sua visão. Sua habilidade para distinguir detalhes de aberto, fechado, longe e perto. Para tornar-se um motorista experiente, é necessário desenvolver agilidade dos olhos, através da prática, sendo possível efetivamente nas vias.

Muitas regiões têm certamente normas mínimas de requerimento de teste de visão para adquirir uma carteira de motorista. Muitos problemas podem ser corrigidos com o uso de óculos, mas alguns defeitos significam restrições da licença do motorista e em extremo caso a

permissão para dirigir não é liberada. A responsabilidade deve ser do motorista de realizar um exame a cada dois anos ou quando a visão estiver embaçando ou com erro de foco.

O campo de visão inclui a área em que é possível enxergar. Isto inclui dois tipos básicos de visão, a visão central e a visão periférica.

A visão central utiliza uma faixa cônica de 3 graus, que identifica detalhes, cor entre outros. A visão periférica é a visão aberta do lado esquerdo e do lado direito, para a maioria das pessoas é de 180 graus, que identifica movimento, massas e formas.

A visão periférica é a capacidade de enxergar objetos fora do campo central de visão, sem que seja necessário olhar para eles, atua como se fosse um radar para atrair a sua atenção.

Caso a visão periférica registre um fato relevante, a vista se desvia imediatamente para o novo foco de atenção, passando a atuar a visão central cônica que procura e identifica o objeto. As imagens transmitidas para o cérebro pelos olhos são transformadas em imagem tridimensional. A produção de uma visão estéreo possibilita julgar a distância, percepção de profundidade e mensurar a velocidade relativa. Os olhos enviam imagens para o cérebro a uma taxa de mil quadros por minuto. O cérebro humano é incapaz de tratar com todas (TORREIRO, 2004).

Quanto maior a velocidade, menor é o campo de visão e, portanto, maior o risco de não se perceber uma situação de perigo à volta.



Figura 2.2: Ângulo de visão de acordo com a velocidade (TORREIRO, 2004).

Para desenvolver a técnica de imagem seletiva é necessário que o cérebro seja capaz de reter e concentrar somente imagens consideradas importantes para a situação. Como as placas, as faixas e os sinais de trânsito utilizadas para uma direção segura.

Pessoas que tem deficiência de visão de um olho ou tem herança genética de perda, com o decorrer do tempo, precisam aprender avaliar a distância, velocidade e margens seguras sem a visão tridimensional, com mais atenção e olhares frequentes para o que está em sua volta (TORREIRO, 2004).

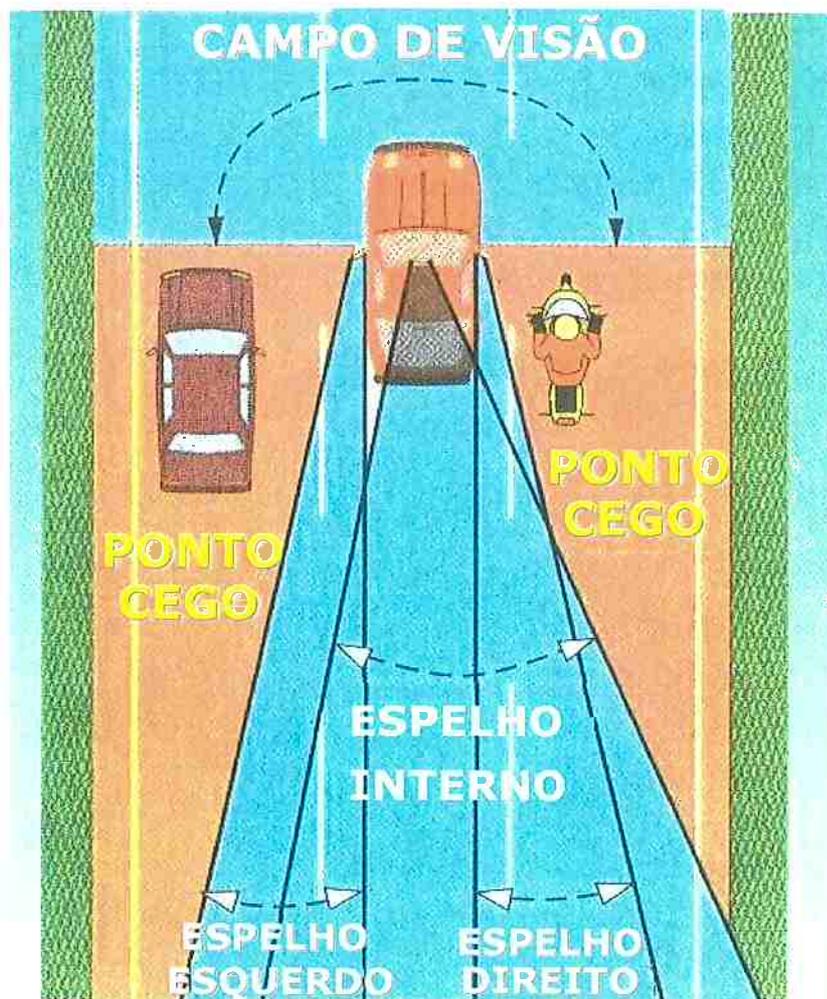


Figura 2.3: Campo de visão através dos espelhos (TORREIRO, 2004).

## 2.3 Fatores que influenciam na visibilidade

No projeto de um veículo o ser humano e os fatores da engenharia têm que ser integrados, e as exigências mínimas para a vista do motorista do ambiente na via têm que ser avaliadas com relação aos parâmetros da estrutura do corpo dos veículos. Ou seja o campo de exigências da vista necessita ser traduzido nas especificações do projeto que são compatíveis com os critérios e a terminologia usada no projeto da engenharia.

### 2.3.1 Vidros

O vidro é uma substância sólida, que se obtém pela fusão e conseqüente solidificação de uma mistura de quartzo, carbonato de cálcio e carbonato de sódio. O elemento básico da composição do vidro é a sílica, fornecida pela areia, óxidos fundentes, estabilizantes e substâncias corantes. Portanto temos o vidro como sendo uma substância inorgânica.

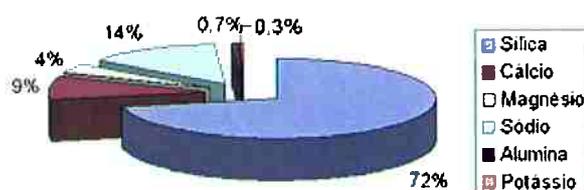


Figura 2.4: Composição do vidro (SAINT-GOBAIN, 2005).

O processo de fabricação de vidro começa quando as matérias primas são misturadas a frio e levadas ao forno de fusão onde a massa é fundida a uma temperatura de 1500 °C.

Os fornos são constituídos de três partes: a fusão, a refinação e os regeneradores. A mistura é enfiada na mesma velocidade em que o vidro está sendo moldado nas máquinas de fabricação de modo que a quantidade de vidro no forno é sempre constante. As máquinas que produzem o vidro são interligadas ao forno através de um canal, que reduz a temperatura da massa de vidro para aproximadamente 900°C que é desejada para a formação da gota de vidro.

Os vidros planos em sua concepção são vidros estruturados em chapas e seu processo de produção é contínuo. Atualmente, existem dois processos de fabricação de vidros plano no Brasil, o float que é um processo mais moderno e que consiste em submeter o vidro fundido a um banho de flutuação em estanho de fusão, o que lhe confere perfeito equilíbrio entre a face do vidro em contato com o metal. Pelo efeito do seu próprio peso e do calor, a face superior se torna perfeitamente plana, polida e com espessura uniforme, o outro processo é de fabricação de vidro impresso, conhecido popularmente como “vidro fantasia”, que consiste em se passar o vidro fundido por cima de um vertedouro, para se formar uma lâmina plana que depois passa entre dois rolos laminadores. Esses rolos podem ser lisos ou gravados, em um ou nos dois rolos, o que permite obter os mais variados desenhos numa ou nas duas faces de chapa de vidro.

Para fabricar o vidro curvo, com aplicação na indústria automotiva, é preciso colocá-lo sobre um molde instalado dentro de um forno de curvatura. Ele é aquecido em altíssima temperatura para que tome a forma do molde e em seguida é resfriado.

Este componente é chamado de segurança quando sua tecnologia de fabricação ou sua montagem, permite reduzir a probabilidade dos acidentes por choques, por deformação ou por incêndio.

O vidro temperado é obtido por meio de aquecimento gradativo e resfriamento abrupto num forno de têmpera vertical ou horizontal. Em caso de quebra, fragmenta-se em pedaços

pouco cortantes e bem pequenos. Depois de temperado o vidro não pode ser beneficiado, cortado ou furado.

O vidro laminado é uma espécie de sanduíche de vidros, ou seja, duas ou mais placas de vidros são unidas por uma camada intermediária de polivinil butiral (PVB) ou resina. Em caso de quebra, é nessa camada intermediária que os cacos ficam presos, dando ao produto a característica de segurança (SAINT-GOBAIN, 2005).

Com a evolução dos processos produtivos da indústria automobilística, utilizando avançados recursos tecnológicos, atualmente cada componente do automóvel é projetado para aumentar a segurança de seus ocupantes. Surpreendentemente, os vidros exercem uma função fundamental na estrutura da carroceria do veículo e, por consequência, na proteção do usuário (BERTOCCHI,2005).

Além do fator segurança, os vidros também têm relação direta com o design e conforto do automóvel. A produção de vidros automotivos evoluiu em conjunto com o próprio automóvel. Acompanhou a tendência do estilo dos veículos modernos e permitiu ampliar cada vez mais a área envidraçada.

Os vidros contribuem ainda para melhorar o desempenho dos veículos e a economia de combustível, pela maior inclinação do pára-brisa e do vigia (vidro traseiro). Dos ângulos de 30 graus de inclinação para o pára-brisa e de 13 graus para o vigia traseiro presentes nos veículos produzidos nos anos 50, os modelos atuais possuem pára-brisa com 60 graus e vigia traseiro com 28 graus, proporcionando redução significativa no coeficiente de arrasto aerodinâmico (Cx) (SAINT-GOBAIN, 2005).

Parte transparente da composição de um veículo, os vidros são responsáveis por proteger os ocupantes e ao mesmo tempo disponibilizar visão suficiente para o motorista conduzir o automóvel em segurança. São subdivididos em:

### **2.3.1.1 Pára-brisa**

O pára-brisa é o vidro dianteiro responsável pela visão frontal no veículo. Nos veículos mais modernos, os pára-brisas possuem formas curvas sendo mais eficientes do que pára-brisas planos utilizados em veículos de fabricação mais antiga, como o caso do Fusca. Nos veículos fabricados nos últimos anos, essa peça foi incorporada a eles com características laminadas (vidro laminado) de acordo com a resolução N.784 de 12 de julho de 1994 do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), evitando assim ferimentos mais graves nos ocupantes do veículo quando esse vidro for danificado, pois ao se quebrar, o vidro não se parte em pedaços pontiagudos, e sim em pequenas partes parecidas com flocos.

A introdução dos vidros colados foi um passo importante no desenvolvimento de vidros. Em substituição à montagem com guarnições de borracha, o conceito de fixação por colagem possibilitou que passassem a ser soldados diretamente no carro.

Esse processo revelou-se eficiente a ponto de o vidro contribuir para aumentar a resistência estrutural da carroceria, fato levado em conta para produzir carros cada vez mais leves, econômicos e seguros.

Desde a década de 90 a indústria nacional passou a fixá-los, utilizando uma cola especial que garante maior segurança, principalmente em caso de acidentes de trânsito, porque o pára-brisa soltava com facilidade em colisões.

O vidro colado preserva a resistência estrutural em casos de capotamento e impacto frontal, evitando que os ocupantes sejam arremessados para fora do habitáculo do veículo, o que aumenta em muito o risco de acidentes fatais e de ocupantes que venham a sofrer ferimentos graves.



Figura 2.5: Visão proporcionada pelo pára-brisa.

### 2.3.1.2 Vidro traseiro

Vidro fixo à parte traseira do veículo. Em alguns modelos essa peça é fixa à carroceria, em outros é preso à tampa traseira (tampa do porta-malas). Pode ter sua área de visão reduzida devido à acessórios que são colocados na traseira do veículo como limpadores dos vidros traseiros, *brake-lights* (luz de freio), encosto de cabeça dos bancos traseiros e até mesmo a borda preta na extremidade do vidro traseiro.



Figura 2.6: Visão proporcionada pelo vidro traseiro ou vigia.

O formato do vidro traseiro, a altura da extremidade do vidro ao solo e os acessórios incorporados ao veículo influenciam diretamente na visibilidade traseira. Quanto menor for à altura e menos itens obstruindo a visão traseira, melhor será a visibilidade.



Figura 2.7: Formato prolongado do vidro traseiro (VOLVO CARS, 2006).

### 2.3.1.3 Vidro lateral

Vidros fixos ou móveis localizados nas portas ou entre as colunas laterais dos veículos. Em alguns modelos, os vidros laterais traseiros também chamados de “vidro custódia” e ajudam em manobras e balizas, evitando acidente e colisões traseiras e laterais.

Nos modelos de veículos hatchs três portas costumam ter o vidro lateral dianteiro maior enquanto que o traseiro é menor, já nos veículos cinco portas a tendência é diminuir esta diferença, pois o vidro lateral traseiro habitualmente é maior do que nos veículos três portas.

### 2.3.2 Espelhos retrovisores

Como complemento dessa visibilidade e não menos importantes que os vidros estão os espelhos retrovisores, um dispositivo destinado a proporcionar dentro de um campo de visão, uma boa retrovisão tanto interno quanto externo, todos eles de utilização obrigatória de acordo com a resolução N.14 de 06 de fevereiro de 1998 do CONTRAN, que “Estabelece os equipamentos obrigatórios para a frota de veículos em circulação e dá outras providências”.

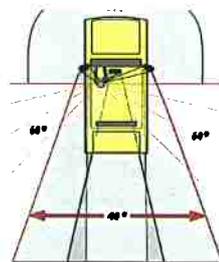


Figura 2.8: Visão proporcionada pelo espelho retrovisor (CTB, 2003).

### 2.3.2.1 Espelho retrovisor interno

Espelho responsável por refletir a imagem do vidro traseiro, proporcionando ao motorista uma visão traseira do veículo. Destinado a ser instalado no interior do compartimento dos passageiros em alguns veículos esse espelho é preso ao pára-brisa do veículo, em outros é fixado a parte frontal do teto do veículo. Por ser de tamanho reduzido para também não prejudicar a visibilidade frontal, há relatos internacionais que informam ocorrências de acidentes envolvendo pedestres e veículos causados também pela pouca visibilidade proporcionada por ele.

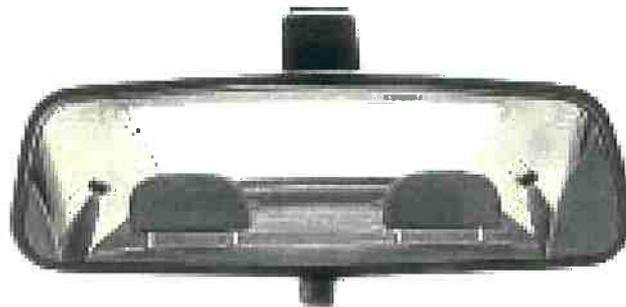


Figura 2.9: Visão proporcionada pelo espelho retrovisor interno.

### 2.3.2.2 Espelho retrovisor lateral

Destinado a ser instalado sobre um elemento da superfície externa do veículo para proporcionar uma visão lateral. Este componente ajuda o motorista na mudança de direção como, por exemplo, em uma mudança de faixa ou mesmo em uma manobra.

Dentro das condições predominantes mais importantes para o caso (volume oposto), os veículos que desejam virar e conseguem no primeiro momento, a aproximação por eles utilizada não sofrerá maiores conseqüências do que as normalmente esperadas. Este é o caso das maiorias das interseções simples da zona urbana. Se, por outro lado, ao final do tempo verde, sobrarem na fila alguns veículos que não conseguiram virar, a aproximação, após algum tempo, estará saturada com relação a este movimento de conversão. (VASCONCELOS, 1978).

Os espelhos retrovisores convexos, com curvatura externa ao plano do espelho, têm a função de aumentar o campo visual do motorista, compensando a diminuição do campo de visão provocada pela distância entre o retrovisor e os olhos do condutor. É a forma encontrada pela indústria para não instalar retrovisores muito grandes, que prejudiquem o design e a estabilidade do veículo. Na maioria dos veículos nacionais, há retrovisores planos do lado esquerdo e convexos do lado direito, em função da distância maior que existe entre o motorista e este último retrovisor. A tendência é de que, futuramente, os modelos nacionais contem com espelhos convexos do lado esquerdo, como já acontece com os importados.

Huey e Perel (1999) apontam que apesar de representar uma evolução para a visibilidade, o espelho retrovisor convexo também tem seus riscos. Seu efeito provoca ilusão de que os veículos trafegando ao lado estão numa distância maior do que realmente estão, o que faz com que o motorista calcule mal o tempo certo de fazer uma manobra, provocando as chamadas “fechadas” e a possibilidade de um acidente grave. Nos corredores em que as motos passam em alta velocidade, o cuidado tem que ser ainda maior. Na necessidade de uma manobra, o tempo para análise da distância da moto é extremamente curto, e um erro de cálculo pode provocar um acidente fatal, já que o motociclista é muito mais vulnerável.

De acordo com Vasconcelos (1978), a influência do veículo que faz a conversão à esquerda é corrigida através de coeficientes ou “de equivalentes em veículos diretos”. No entanto, isto não é suficiente, sendo necessário analisar a situação deste movimento de conversão, no que diz respeito à liberação ou não de todos os veículos que desejam virar.

O Anexo I da resolução nº 226/2007 do CONTRAN estabelece os "requisitos para o desempenho e fixação de espelhos retrovisores, tais que proporcionem proteção contra impactos e ao condutor uma retrovisão clara e desobstruída".



Figura 2.10: Visão proporcionada pelo espelho retrovisor lateral.

A dimensão do espelho retrovisor influencia na visibilidade lateral do veículo, pois quanto maior for a sua largura e altura, melhor será a visibilidade.

No caso das SUV's e das Picapes médias os espelhos retrovisores são maiores e proporcionam uma melhor visibilidade.

### **2.3.2.3 Espelhos Convexos**

Os espelhos convexos têm como objetivo ampliar o campo visual do motorista, isso ocorre devido à convexidade do espelho que descreve uma curvatura externa ao plano do espelho.

Estes espelhos são utilizados em automóveis médios para melhorar o ângulo de visão, isso ocorre pois a distância entre os olhos do observador e o espelho retrovisor são maiores. Em automóveis compactos prevalece a utilização de espelho plano.

Para diminuir a largura do carro de espelho a espelho, algumas montadoras utilizam espelhos menores porém convexos, para não prejudicar a visibilidade do veículo. O inconveniente é a percepção exata da distância, pois ao mesmo tempo que se amplia o campo de visão obtém-se uma imagem distorcida, parecendo estar mais longe. A frequência de olhares e o tempo de avaliação através do espelho se torna maior.

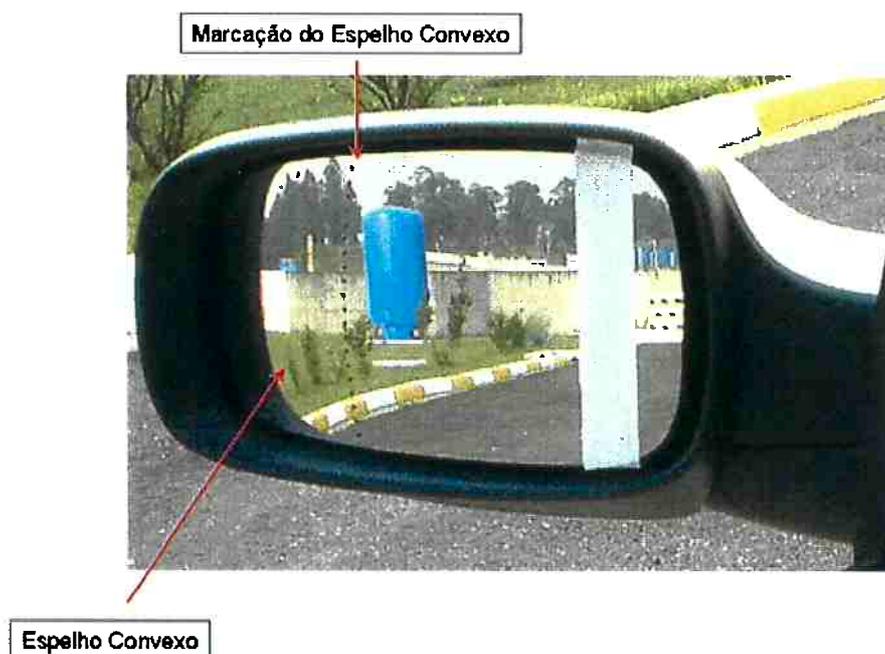


Figura 2.11: Exemplo de um espelho convexo combinado com um espelho plano.

### 2.3.3 Carroceria

Outro grande fator de influência na visibilidade é a própria carroceria do veículo que limita a visão do motorista devido às colunas de sustentação do teto e a altura das partes dianteira e traseira do veículo que criam problemas para a percepção de objetos e pessoas de pequeno porte.

A carroceria pode-se definir como uma armação, formada geralmente por placas metálicas unidas entre si, que constitui o apoio dos elementos mecânicos e cujo interior se destina a formar um habitáculo de proteção para os passageiros e mercadorias.

Segundo Peña (1998), a carroceria dos automóveis modernos são compreendidos de descobrimentos tecnológicos que tem evoluído com uma surpreendente rapidez durante o último século. Sendo o componente do automóvel que mais evoluiu desde a sua origem.



Figura 2.12: Visão prejudicada pela coluna A do veículo (NRMA INSURANCE, 2006).

Os motoristas que a têm nítida sensação de que estão próximos de junções com rampa, devem estar atentos para ajustar suas velocidades sempre que necessário, pois devido à inclinação do veículo a obstrução da visão se torna perigosa (FILIZZOLA, 1974).

Diferentes modelos de veículos apresentam campos de visão variados para o motorista e demais ocupantes do veículo. As colunas de sustentação do teto costumam encobrir objetos de tamanho reduzidos, como ciclistas e pedestres, principalmente quando o motorista se encontra em trajetórias curvas. As colunas de sustentação do teto são subdivididas em:

**Coluna A** – Coluna onde é fixada a porta dianteira do veículo, próxima ao pára-lama dianteiro e o pára-brisa.

**Coluna B** – Normalmente é a coluna central do veículo onde é fixada a porta traseira do veículo e no caso de veículos de duas portas é a coluna onde é soldada a ponta dianteira da lateral traseira do veículo.

**Coluna C** – Coluna da parte traseira do veículo, como referência de localização, é a coluna onde é fixado o trinco da porta traseira em veículos de quatro portas.

**Coluna D** – é a última coluna do veículo, após o vidro custódia traseiro. Em alguns modelos de veículos a lanterna traseira fica localizada nela.

Os projetos dos veículos mais modernos procuram maximizar o aproveitamento dos campos de visão, com maior área envidraçada e uma menor coluna de sustentação, como é o caso do Citroën C4 VTR que possui um ângulo de visão central de 70° enquanto um carro normal tem em média 35°. São 5,2 m<sup>2</sup> de área envidraçada.

Em 1960 o Fusca possuía uma área envidraçada de 2,2 m<sup>2</sup>, já no ano de 2000 o Ford Focus possuía uma área de 4,32 m<sup>2</sup>, quase o dobro da área do projeto de quarenta anos atrás. (SAINT-GOBAIN,2005 ).

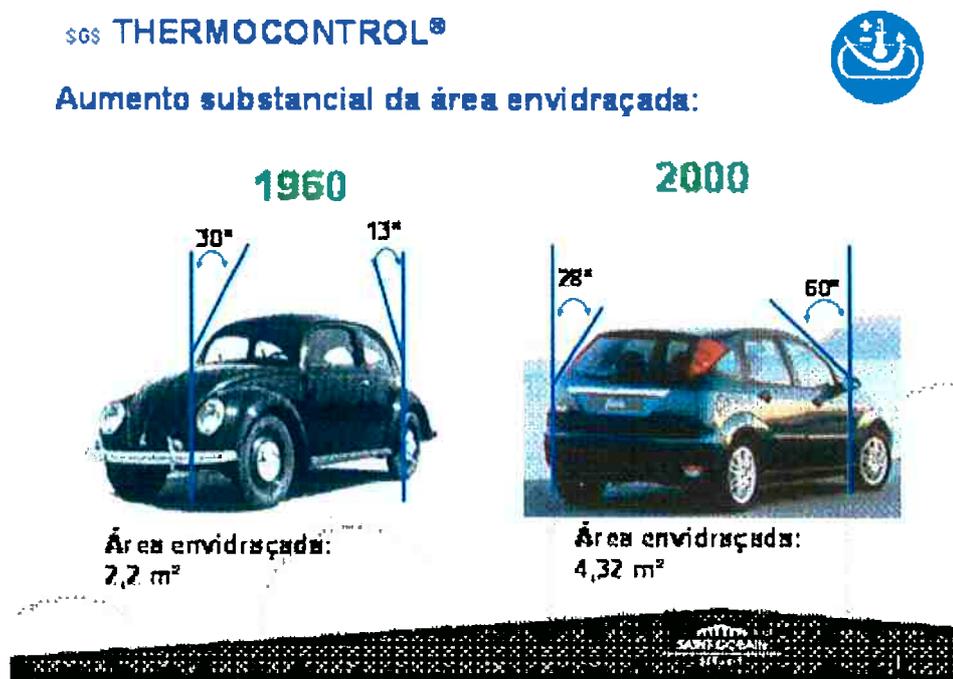


Figura 2.13: Área envidraçada do Fusca e do Focus (SAINT-GOBAIN, 2005).

Em princípio, as carrocerias eram fabricadas por métodos tradicionais cujas origens são da época das carruagens. O trabalho das carrocerias se devia a uma mão de obra altamente qualificada, grande parte o qual havia aprendido da arte da época das carruagens de cavalos.

Até 1895, quando os fabricantes começaram a oferecer toda uma gama de carrocerias, o empenho era transferir as características de veículos de carruagens para automóveis.

Os carroceiros tinham que dominar uma série de habilidades, como desenho e criação de padrões. O material tradicional para construção de carroceria era madeira, uma armação recoberta de chapa de mogno.

Esta construção tradicional era difícil e os problemas de trabalho manual foram uns dos motivos que levaram os fabricantes a passarem ao aço. Outro motivo foi a escassez da madeira dura de boa qualidade e, portanto, seu encarecimento.

Entre 1900 e 1914, as estruturas das carrocerias variaram consideravelmente, devido as volumosas curvas que ditava o estilo e eram muito difíceis em reproduzir em madeiras. Assim se introduziu o alumínio, criado pelo francês Rotschild. No princípio as chapas simples de uma só curvatura para automóveis mais econômicos continuavam sendo fabricados em madeira, que era mais barato que o alumínio e não apresentava o problema de união entre metal e madeira.

Perto de 1912 as chapas de madeiras haviam sido totalmente abandonadas e substituídas por chapas de aço em veículos mais baratos. Muitas carrocerias totalmente de aço dos anos vinte seguiam incorporando algo de madeira, fundamentalmente para emoldurar o teto e fixar a tapeçaria.

No princípio todas as carrocerias eram abertas, pois como os motores tinham pouca potência, não se podia sobrecarregar com um peso adicional com uma carroceria fechada. As primeiras carrocerias fechadas apareceram na França no final do século XIX.

Em 1900 Louis Reanult comercializou uma carroceria fechada, mais alta do que larga, sobre um pequeno chassi monocilíndrico, fabricado por ele para uma conhecida firma parisiense Labourdette. Foi o primeiro veículo que tanto o condutor como o co-piloto estavam totalmente protegidos pelos agentes atmosféricos.

Devido a seu peso e estética, o automóvel fechado com o tempo estendeu-se. Uma elevada proporção do peso correspondia aos vidros, especialmente aos vidros do pára-brisa, excepcionalmente grande, devido aos capôs tão baixos e os tetos tão altos que estavam na moda.

Os primeiros automóveis fechados quase nunca tinham pára-brisas para o condutor, que somente eram conduzidos por choferes assalariados, porém a zona traseira era completamente fechada.

O aumento da velocidade dos automóveis crescia mais rapidamente que o tamanho das estradas, então surgiu um grave problema, a estrutura do chassi se arqueava produzindo grandes tensões na carroceria. Os reforços do chassi não eram solução, pois contribuía para aumentar o peso.

No salão de Paris de 1921 apareceu um novo tipo de carroceria fechada, patenteada por Charles T. Weymann. Consistia em um recobrimento de lona sobre uma estrutura articulada de madeira. Na estrutura nenhuma peça de madeira se tocava entre si, sendo que estavam unidas mediante placas de metal e cabos tensores. Deste modo, a estrutura podia ceder um pouco sem as vibrações e ruídos que acompanhavam as carrocerias de aço tradicionais.

Embora não era uma carroceria tão barata como as chapas de aço que eram produzidas em grande quantidade, a Weymann custava menos que as chapas tradicionais de aço e de alumínio sobre estrutura de madeira, economizava também em operações de pintura, já que a

lona saia tingida de fábrica. Este tipo de carroceria era muito popular até que deixou de ser fabricada no ano de 1931.

Desde então a demanda automobilística era cada vez maior e o número de fábricas também. Nos Estados Unidos a capacidade era alta e o preço do automóvel decidia em muitas ocasiões na aquisição de um modelo.

Isto motivou Henry Ford a planejar em não subir os preços, para aumentar a demanda ao invés de elevá-los para cobrir os gastos, começando assim a fabricação em série dos automóveis. Ford aperfeiçoou o sistema de estampagem de peças na carroceria, o que unido a rápida linha de montagem que dispunha, lhe permitiu abaixar notoriamente os preços de seu automóveis e conseguiu que o denominado modelo T fosse o carro mais popular de sua época, com 15,5 milhões de veículos vendidos. Esta iniciativa foi acompanhada por outros fabricantes dos Estados Unidos.

A indústria europeia por sua parte sofreu de forma direta as conseqüências da guerra (1914-1918), reorientando a sua produção para a indústria bélica. No início dos anos 20 nenhum fabricante europeu produzia número suficiente de automóveis para justificar a aquisição das prensas e da tecnologia necessária. O primeiro que decidiu foi André Citroën, que graças à técnica de união das chapas e a solda por ponto de resistência, fez as primeiras carrocerias totalmente metálicas em 1924. Este mesmo fabricante em 1934, criou a carroceria monobloco, a qual suprimiu o chassi independente que se empregava até então.

Hoje em dia a fabricação de carrocerias segue em continua evolução, adotando novos desenhos, materiais e técnicas de fabricação (PEÑA, 1998).

Através dos tempos a carroceria evoluciona de uma maneira progressiva, de acordo com os sistemas adotados em sua fabricação. Tudo isso é dado lugar a novos desenhos, estruturas

mais rígidas porém mais leves, a novos sistemas de união de chapas e novos sistemas de anticorrosão.

### 2.3.3.1 Acessórios da carroceria

O aerofólio é um equipamento incorporado a carroceria do veículo para melhorar o seu efeito aerodinâmico, ao se mover através do ar são criadas perturbações aerodinâmicas e este diminui as forças e pressões que afetam o comportamento do veículo (CASTRO, 1995)

A posição onde é instalado este acessório pode acarretar a obstrução de visibilidade traseira.



Figura 2.14: Aerofólio traseiro.

A instalação de estepe na tampa traseira em SUV's e veículos fora de estrada, prejudica a visão, pois o estepe avança no vidro traseiro impedindo a visualização de obstáculos pelo motorista.



Figura 2.15: Estepe na tampa traseira.

O encosto do banco traseiro é um item obrigatório nos veículos desenvolvidos como um novo projeto a partir de 1999. De acordo com a resolução N° 44 de 21 de maio de 1998, determina que os automóveis nacionais ou importados, deverão ser dotados, obrigatoriamente, de encosto de cabeça nos assentos dianteiros próximos às portas e nos traseiros laterais, quando voltados para frente do veículo.

Quando o veículo não é dotado de encosto de banco traseiro retrátil, o componente prejudica a visão do motorista, obstruindo parcialmente a visão traseira.



Figura 2.16: Encosto de cabeça traseiro.

### 2.3.3.2 Pontos cegos

As zonas em que um elemento na parte exterior do veículo é ocultado por uma obstrução ou limitação da visibilidade são chamadas de pontos cegos. Esta obstrução pode ser causada pelas colunas de sustentação do teto sendo ampliada conforme aumenta a distância entre o veículo e o objeto observado. No sentido vertical, os pontos cegos nascem da própria dimensão do veículo, provocando riscos de acidentes, principalmente nas manobras de marcha à ré, como por exemplo manobras em que o motorista não consegue perceber a passagem de uma criança, provocando às vezes acidentes fatais.

A necessidade para visão direta de outras áreas em torno do veículo, ou de partes diferentes na via, pode depender de circunstâncias em manobra ou em mudança de faixa, onde existe a necessidade para a detecção dos objetos no campo visual periférico.

Segundo o Cesvi México (2003) a carroceria é um dos elementos mais importantes na configuração do veículo, devido a proporcionar a segurança dos passageiros. No entanto a sua configuração pode gerar ao condutor ângulos de visão que impeçam ter um completo domínio visual do que existe ao seu redor.

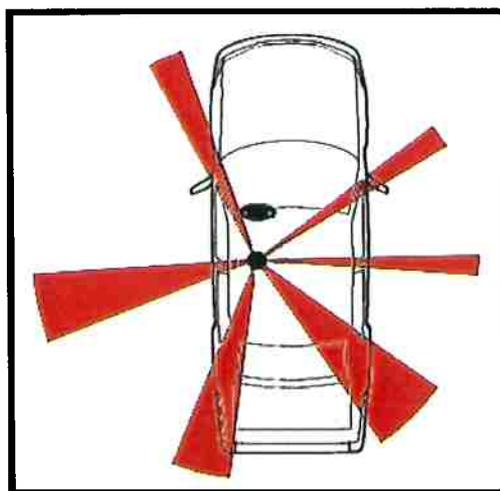


Figura 2.17: Regiões de ponto cego de um veículo (CESVI MÉXICO, 2003).

### 2.3.3.3 Dispositivos criados para diminuição dos pontos cegos

Há iniciativas em outros países voltadas para a implantação de pequenas câmeras na traseira do veículo, que permitem ao motorista enxergar o ambiente antes de executar uma manobra de ré, percebendo assim, a existência de cones, de plantas, de pequenos muros e, principalmente, de crianças.



Figura 2.18: Exemplo de câmera traseira montada em um Lexus.

Nem todas as câmeras adaptadas possuem a mesma tecnologia, é requerido que este componente alcance um vasto campo de visão traseira e que seja montado de modo que se tenha a visão do pára-choque. É necessário também que esta câmera seja capaz de opera com baixa iluminação do ambiente externo.

A tela de visualização da imagem da câmera traseira deve ser larga o suficiente para avistar obstáculos e ser visível tanto em situação de baixa iluminação quanto em circunstâncias

brilhante. A localização do visor deve ser de fácil acesso mas não deve obstruir a visão do motorista.



Figura 2.19: Exemplo de uma tela de visualização da câmera traseira.

Equipamentos como o Blis ( Blind Spot Information System ), monitoram os pontos cegos do veículo, alertando o motorista com uma luz de aviso próximo ao retrovisor, se há algum veículo próximo a ele ou se aproximando do campo não visível do espelho retrovisor. O sistema nada mais é do que um conjunto de câmeras digitais ao lado do retrovisor que detectam a aproximação de veículos em situações de risco, informando a movimentação de qualquer veículo que esteja numa velocidade 20 km/h inferior ou 70 km/h superior ao do seu automóvel. Este dispositivo já é equipado no Volvo C30, no Audi Q7 e no Audi A3 2007.

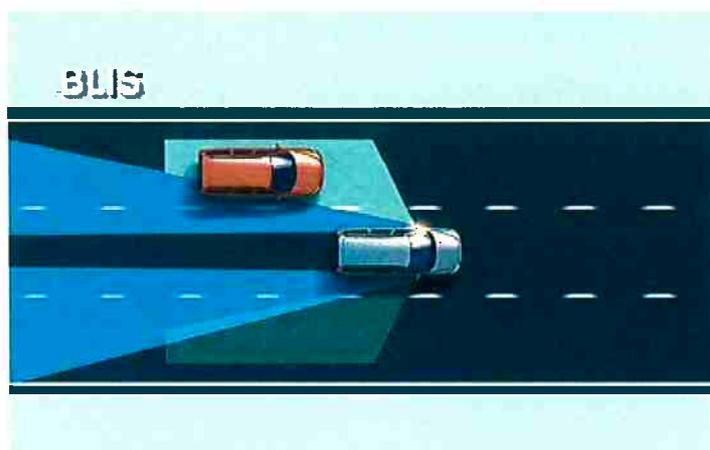


Figura 2.20: Esquema ilustrativo de operação do Blis (VOLVO CARS, 2006).

No Brasil, alguns veículos já incorporam sensores instalados na traseira que detectam obstáculos no percurso de ré, facilitando as manobras. Trata-se de um dispositivo que funciona por ultra-som, ativado automaticamente quando você engata a marcha ré, tornando-se um “escudo de proteção eletrônico”. No caso do veículo estar muito próximo a um obstáculo, um som é emitido, alertando perigo de colisão.

O sensor começa a emitir sinais sonoros a partir de dois metros de distância de um objeto. Quanto mais perto o obstáculo, mais rápido fica o sinal, até tornar-se contínuo a 30 cm da barreira.



Figura 2.21: Imagem de uma situação da utilização do sensor (NRMA INSURANCE, 2006).

### 2.3.4 Limpador de pára-brisa

Cerca de dez anos depois da fabricação do primeiro automóvel foi inventado o primeiro limpador de pára-brisa. A idéia nasceu quando o presidente da Trico Company nos Estados Unidos, estava dirigindo o seu carro em um dia de chuva. Com a dificuldade de visão, ele decidiu fazer algo para acabar com o problema em um tempo de chuva (FAGERVALL; NYMAN, 2000).

O primeiro limpador era uma lâmina de borracha presa a um braço metálico, movimentado por uma haste manual. O sistema evoluiu com um aumento de velocidade de operação, a medida que progredia a velocidade do automóvel. Com isso surgiu a necessidade de anexar um motor elétrico ao braço do limpador.

O recurso foi adotado por Henry Ford, então proprietário da Ford, e passou a equipar o modelo T. Oito anos mais tarde, todos os veículos dos EUA já saiam de fábrica com o limpador de pára-brisa.

Desde então todo o progresso com o limpador de pára-brisa está baseado no material. A última pesquisa foi a troca do uso da borracha sintética no lugar da borracha natural. A evolução da lâmina de borracha está demonstrada na figura abaixo.

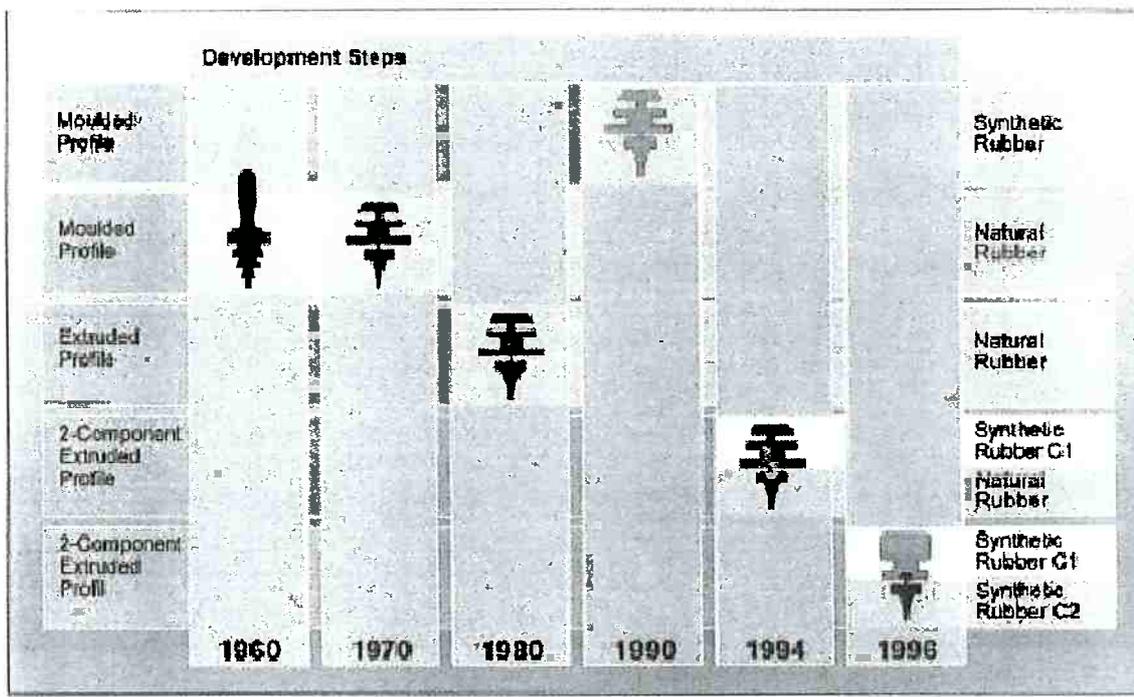


Figura 2.22: Evolução da lâmina de borracha (FAGERVALL; NYMAN, 2000).

Para o sistema de limpador de pára-brisa operar em perfeitas condições são necessários alguns requisitos básicos para o seu funcionamento. A função principal do limpador é restabelecer a visão através de pára-brisas e vigias traseiros, quer seja sob chuvas leves ou pesadas e ainda retirar partículas da superfície do vidro que prejudiquem a visão do motorista. Estas partículas podem ser insetos, folhas, areia, terra, pó, etc ... (RAGHU; HEIL; SANTAMARINA, 1999).

Fagervall M. e Nyman M. (2000) introduzem que o sistema de limpador de pára-brisa é uma parte do sistema ativo de segurança. E a limpeza é realizada em muitos casos pela palheta do limpador. Antigamente o limpador era operado com a mão, através de uma manivela no

interior do veículo que acionava o braço para realizar o movimento para a limpeza do pára-brisa. Hoje em dia o sistema é elétrico.

Condições atmosféricas adversas como chuva, neblina, etc. Diminuem a capacidade das aproximações entre veículos, na medida em que reduzem a visibilidade e forçam um trânsito mais lento e cuidadoso para evitar colisão (VASCONCELOS, 1978).

Damoulis (2002) demonstra que o contorno do veículo hatch acarreta em uma pressão negativa no vidro traseiro, sendo necessário a utilização do limpador de pára-brisa traseiro, para a remoção de concentração de sujidades.

Na Volkswagen esta atividade é realizada com o auxílio do túnel de vento, onde a simulação de concentração de sujidades no veículo é realizada com o auxílio de contaminantes misturado no fluxo do túnel e despejado sobre o veículo. Através da concentração destes, é possível verificar-se a eficácia do limpador do pára-brisa e a influência da inclinação do mesmo em condições de chuvas (DAMOULIS, 2002).

#### **2.3.4.1 Elastômeros**

Elastômeros ou borrachas são termos empregados de maneira análoga, para designar uma classe de materiais cuja característica peculiar é apresentar notável deformação reversível à baixos valores de tensão (CALLISTER,1997). Todos os materiais possuem um pequeno comportamento elástico, porém existem elastômeros que esticam até 10 vezes seu comprimento original e que depois em condições adequadas voltam praticamente as suas dimensões originais.

O primeiro emprego da borracha foi como apagador. Foi Magellan, descendente de célebre navegador, quem propôs este uso. Priestley, na Inglaterra, difundiu-o e a borracha

recebeu em inglês o nome de "India Rubber", que significa "Raspador da Índia". A palavra borracha teve sua origem numa das primeiras aplicações úteis deste produto, dada pelos portugueses, quando foi utilizada para a fabricação de botijas, em substituição às chamadas borrachas de couro que os portugueses usavam no transporte de vinhos.

Embora no início de sua utilização industrial toda borracha fosse proveniente de fonte vegetal, grande parte dos elâstomeros atualmente conhecidos tem sua origem nos derivados do petróleo (CASSIANO, 2003).

#### **2.3.4.2 Borracha Natural**

O aparecimento da borracha natural ocorreu no século XV, quando Colombo relatou ter visto nas praias do Novo Mundo nativos jogando com uma bola que realmente pulava e ricocheteava.

A árvore *Hevea brasiliens* é a principal fonte da borracha natural e a sua existência na bacia do Amazonas foi relatada pela primeira vez pelo acadêmico francês Charles de la Condamine, em 1736. Ele descreveu os métodos usados pelos nativos para a obtenção da borracha desta árvore que nada mais é que a seringueira, e também os métodos para convertê-las em objetos úteis. La condaimine apelidou o material de "cahutchu" com uma palavra de origem hindu sendo considerado mais comum o termo "causatchouc". A atual derivação da palavra borracha é atribuída a John Priestley, o químico que descobriu o oxigênio em 1774 e que usou com sucesso a borracha para apagar os erros de redação feita a lápis ou mesmo a tinta.

Os usos da borracha natural eram limitados por causa de sua deterioração na presença de oxigênio. Felizmente, foram desenvolvidos rapidamente produtos capazes de impedir a oxidação, e em 1924 apareceu o primeiro antioxidante comercial (MILLES; BRISTON, 1975).

A Borracha Natural é um produto sólido obtido pela coagulação de látices de determinados vegetais, sendo o principal a *Hevea Brasiliensis*. Essa matéria-prima vegetal, proveniente da planta conhecida vulgarmente como seringueira, é nativa da Amazônia. Embora seja grande o número de espécies que por uma incisão na casca expelem secreção de aspecto semelhante ao látex, somente algumas produzem quantidade e qualidade suficientes para exploração em bases econômicas.

O látex é uma emulsão em meio aquoso produzido nos vasos capilares da árvore, entre a casca e o tronco. É extraído efetuando-se uma incisão inclinada na casca da árvore, sendo então recolhida em pequenas taças metálicas. Este extrato sofre uma primeira filtração rudimentar e passa por uma diluição e coagulação com substâncias ácidas no próprio local de extração. Posteriormente, em recintos apropriados, este material coagulado é então lavado e seco, estando assim pronto para ser tratado na disposição final com a qual será comercializado com as indústrias.

Devido a suas múltiplas aplicações, principalmente na indústria automobilística em expansão, a borracha obtida a partir do látex das seringueiras tornou-se produto mundialmente valorizado. E seringueiras não faltavam na Amazônia brasileira. Isso levou a região Norte do Brasil, uma das mais pobres e desabitadas do país, a experimentar período de grande prosperidade. Interessadas na exploração dos seringais amazônicos, grandes empresas e bancos estrangeiros instalaram-se nas cidades de Belém e Manaus (PETROFLEX, 2005).

Na Tailândia e na Malásia, atuais maiores produtores mundiais de borracha natural, o látex é obtido de árvores cultivadas em grandes áreas. No Brasil, o cultivo é ainda pouco expressivo, restringindo-se a pequenas áreas concentradas nas regiões sudeste e sul do país. A

produção da região norte brasileira, que é a maior fonte de borracha natural do país, ainda encontra-se sendo efetuada em sua quase totalidade de modo extrativista (CASSIANO, 2003).

### 2.3.4.3 Borracha sintética

A história da borracha sintética pode ser traçada desde 1826, quando Faraday conseguiu estabelecer a fórmula empírica da borracha natural, ou seja,  $C_5H_8$ . Embora a estrutura exata da borracha natural tenha sido alvo de muitas controvérsias, o fato é que o trabalho de Faraday foi de inestimável valia, auxiliando todos os cientistas que a partir daquela data de uma forma ou de outra tentaram a produção de borracha sintética tendo em vista obter um produto com propriedades semelhantes ou possivelmente melhores que as da borracha natural.

O passo seguinte nesta longa história foi o sucesso de Greville Williams que, em 1860, isolou o isopreno por destilação seca da borracha natural. Isto foi seguido pelo trabalho de Bouchardat, que em 1879 obteve uma massa semelhante à borracha natural por aquecimento do isopreno com ácido clorídrico em tubo selado. O fato de se poder polimerizar o isopreno despertou a atenção do químico inglês, Tilden, já em 1884. Mas não foi ele, senão Euder, quem conseguiu, em 1897, obter sinteticamente o isopreno e desta forma iniciar e completar a síntese da borracha. A primeira produção comercial da borracha sintética se deve aos alemães durante a Primeira Guerra Mundial. Eles produziram metilisopreno em quantidades limitadas, e além disso com qualidades muito más, que entretanto serviram aos seus propósitos de emergência. Após a guerra, entretanto, tendo reaparecido no mercado a borracha natural, a produção de borracha sintética foi abandonada, mas os trabalhos de investigação continuaram e levaram, em 1932, à produção da Buna N (acrilonitrila/butadieno) e da Buna S (estireno/butadieno). Quase

na mesma época os estudos sobre elastômeros sintéticos receberam um grande impulso dos Estados Unidos por parte de Carothers e seus colaboradores, que em 1931 produziram um novo elastômero sintético, baseado no cloropreno, e que recebeu o nome de Dupreno da companhia que estimulava as pesquisas (Dupont). Este nome mais tarde mudou para Neoprene, hoje mundialmente conhecido. Os polissulfetos foram também desenvolvidos por volta de 1930, mas foi somente em 1935 que os seus elastômeros entraram em disponibilidade comercial regular (MILLES; BRISTON, 1975).

Com a descoberta de novos materiais com propriedades elastoméricas obtidos por síntese química e que formam ligações cruzadas sem auxílio de enxofre, essa denominação se tornou mais abrangente, servindo também para designá-los.

Uma variedade muito ampla de borrachas sintéticas foi desenvolvida desde a descoberta do produto. Como foram grandes os investimentos requeridos para o desenvolvimento das diversas variedades, a tecnologia para a produção foi bastante concentrada em tradicionais empresas de porte global, como DuPont, Bayer, Shell, Basf, Goodyear, Firestone, Michelin, EniChem, Dow, Exxon e Texas Co.

O emprego da borracha é muito amplo, pois as características e propriedades que os elastômeros reúnem fazem com que alcancem praticamente todos os setores da economia: automobilístico, calçadista, construção civil, plásticos, materiais hospitalares e outros também de grande importância no dia-dia da sociedade. Por serem as mais empregadas na produção de pneus, as SBR`s e as BR`s são as de maior consumo entre as sintéticas

As borrachas sintéticas não devem ser encaradas como meros substitutos da borracha natural; são borrachas que têm atualmente direito a sua própria vida (PETROFLEX, 2005).

### 2.3.4.5 Atrito

O estudo da capacidade de controlar o atrito e reduzir o desgaste de um material começou com Leonardo da Vinci no século XV. Isto deve-se à necessidade de aumentar a eficiência de partes móveis de máquinas e equipamentos. O desgaste durante o contato de duas superfícies se produz pela deformação plástica das rugosidades. Nesse contato, há uma força devida à adesão, com ou sem carga, e outra devida à atração entre os materiais, mesmo sem movimento; isto pode ser classificado como atrito estático. O atrito dinâmico ocorre quando dois corpos em contato se põem em movimento relativo entre eles. O que está claro até hoje em relação ao atrito entre duas superfícies é que ele não depende apenas do material do qual são feitas as superfícies atritantes mas de diversos outros fatores entre os quais estão o material da interface, o tempo de contato, a velocidade relativa entre as superfícies e a temperatura e umidade do ambiente.

A teoria de atrito é regida pelas velhas leis de Amonton (1706) que dizem que a força de atrito  $F_{at}$  é proporcional à força de carga  $F_c$  e independe da área aparente de contato:

$$F_{at} = \mu F_c$$

Onde  $\mu$  é o coeficiente de atrito.

Para explicar esta relação, devemos considerar as propriedades estruturais da interface de contato. Como as superfícies em geral possuem rugosidade, pelo menos em escala microscópica, a área real de contato é limitada a pontos discretos da interface entre os dois corpos. Parece então razoável supor que a força de atrito é proporcional à área real de contato  $A$ :

$$F_{at} = f A$$

onde a constante de proporcionalidade  $f$  (*shear strength*) é a "força" (tem unidades de pressão) compartilhada da junção, que tem como resultado que duas superfícies em contato escorreguem paralelamente ao plano de contato entre elas ( HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2006)

O componente mais importante do limpador é a borracha que é fixado através do engate no braço do limpador de pára-brisa. Sua lâmina é empurrada de encontro ao pára-brisa e é capaz de superar coeficiente de fricção seco de 0,8 a 2,5 (dependendo da umidade do ar) e coeficiente molhado de 0,6 a 0,1 (dependendo da velocidade de fricção). A combinação correta das propriedades do perfil do elemento da borracha deve ser escolhida de modo que a borda do limpador possa limpar a área completa da superfície do pára-brisa em um ângulo de aproximadamente 45 ° (BOSCH,2000).

#### **2.3.4.6 Típicos limpadores de pára-brisa**

Existem dois diferentes tipos básicos de material de limpador de pára-brisa, o de borracha natural e o de borracha sintética. Entre eles existe a diferença de durabilidade da palheta e do atrito exercido entre o limpador de pára-brisa e o pára-brisa do veículo. A visibilidade proporcionada pela eficácia do limpador de pára-brisa e pela qualidade de limpeza é primordial para a segurança do condutor.

Um completo sistema de limpador de pára-brisa contém um motor elétrico, braços e palhetas. O sistema de lavador é composto de uma bomba elétrica, mangueira, fluido específico de limpeza e esguicho (FAGERVALL; NYMAN, 2000).

O comprimento do limpador pode variar de 260 a 1000 milímetros. Em casos especiais são integrados defletores aerodinâmicos no braço do limpador ou lâmina pressiona lâmina contra o pára-brisa. Em geral os limpadores traseiros, quando as dimensões do vidro traseiro permitem, possuem sistema de varredura da palheta de 180° sobre a área do vidro (BOSCH,2000).

## **2.4 Legislação**

A legislação usa critérios com exigências mínimas para campo de visão fornecido pelo veículo. Os projetistas do veículo podem, entretanto, desejar considerar outros aspectos além das exigências mínimas e realizar avaliações mais detalhadas do campo de visão fornecido por seu produto na companhia e comparar seu desempenho com o aquele dos concorrentes. As técnicas de medição que foram desenvolvidas para o teste são igualmente aplicáveis para esta finalidade, mas seriam necessários definir critérios adicionais para avaliação dos vários aspectos de visão fornecida.

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), coordenador do sistema e o órgão máximo normativo e consultivo, estabelece através do anexo da resolução N° 226 de 09 de fevereiro de 2007, os critérios de campo de visão do espelho retrovisor e através do anexo da resolução N° 224 da mesma data estabelece os requisitos de desempenho dos sistemas de limpadores e lavadores do pára-brisa.

### 2.4.1 Retrovisor interno

O campo de visão deverá ser tal que o condutor possa ver pelo menos parte de uma via plana e horizontal centrada no plano vertical longitudinal de simetria do veículo, do horizonte até uma distância de 60 metros atrás dos pontos oculares, em uma largura de 20 metros.

Será admitida uma redução do campo de visão devido à presença de apoios de cabeça e de dispositivos como pára-sol, limpador de pára-brisa traseiro e dispositivo de aquecimento, na condição que estes não cubram além de 15% do campo de visão especificado, quando projetados sobre um plano vertical perpendicular ao plano longitudinal de simetria do veículo.

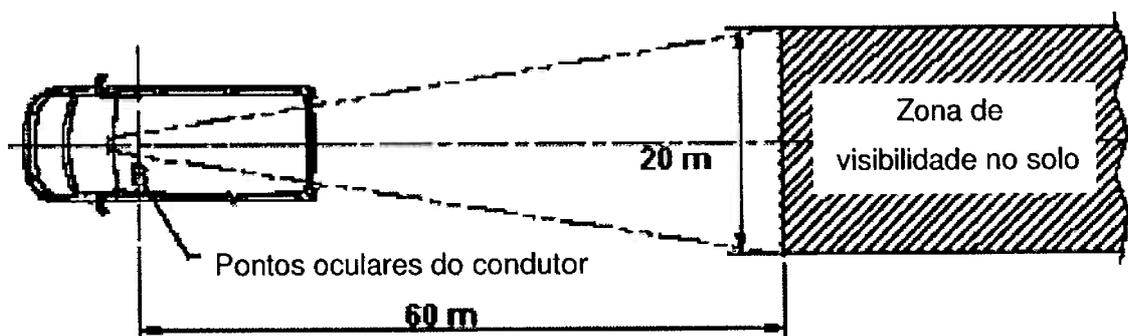


Figura 2.23: Campo de visão pelo espelho retrovisor interno (ECE 46, 2005).

### 2.4.2 Espelho retrovisor externo lado do condutor

O campo de visão deverá ser tal que permita o condutor ver, pelo menos, uma área de uma via plana e horizontal, com 4 metros de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical longitudinal de simetria que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo do lado do condutor e que se estende de 20 metros atrás dos pontos oculares do condutor até o

horizonte. Além disto, o condutor deve poder ter visibilidade sobre uma área de via com 1 metro de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo e que começa a partir de um ponto situado 4 metros à retaguarda do plano vertical que passa pelos pontos oculares do condutor.

### 2.4.3 Espelho retrovisor externo lado do passageiro

O campo de visão deverá ser tal que permita o condutor ver, pelo menos, uma área da via plana e horizontal, com 4 metros de largura, limitada à esquerda pelo plano paralelo ao plano vertical longitudinal de simetria, que passa pela extremidade direita da largura total e que se estende de 20 metros atrás dos pontos oculares do condutor até o horizonte.

O condutor deverá ainda poder começar a ver a via, sobre uma largura de 1 metro, a partir de 4 metros atrás do plano vertical que passa através dos seus pontos oculares.

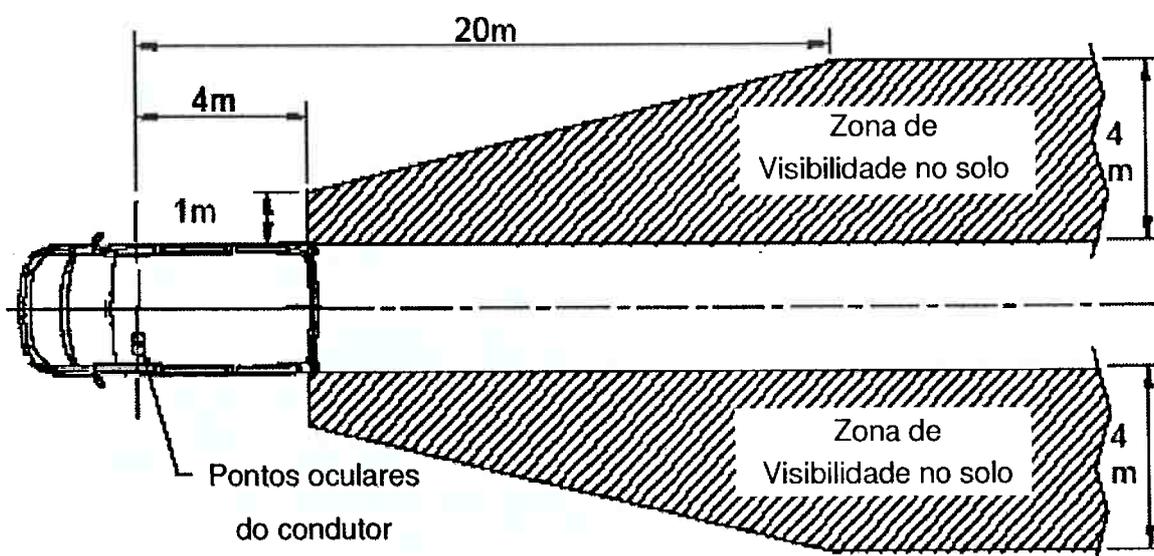


Figura 2.24: Campo de visão pelo espelho retrovisor externo (ECE 46, 2005).

#### 2.4.4 Limpador de pára-brisa

Todo o veículo deve estar equipado pelo menos com um dispositivo de limpador de pára-brisa automático, quer dizer, com um dispositivo que possa funcionar quando o motor do veículo girar, sem qualquer intervenção do condutor que não seja necessária para acionar e parar o limpador de pára-brisa.

A área varrida do limpador de pára-brisa deve representar pelo menos 80 % da zona de visão B, que é definida como a zona da superfície exterior do pára-brisa, que está situada a mais de 25 mm da borda lateral da superfície transparente e é delimitada pela intersecção da superfície exterior do pára-brisa com os quatro planos seguintes:

- Um plano orientado  $7^\circ$  para cima em relação ao eixo dos x, que passa por V1 e paralelo ao eixo dos y;
- Um plano orientado  $5^\circ$  para baixo em relação ao eixo dos x, que passa por V2 e paralelo ao eixo dos y;
- Um plano vertical que passa por V1 e V2 e faz um ângulo de  $17^\circ$  para a esquerda com o eixo dos x;
- Um plano simétrico ao anterior em relação ao plano longitudinal médio do veículo.

Os pontos V são aqueles cuja posição no interior do habitáculo é determinada por planos verticais longitudinais, que passam pelos centros das mais extremas posições do assento previstas no assento dianteiro, e em relação ao ponto R (ponto de referência do lugar do acento)

e o ângulo de inclinação previsto do encosto, que servem para verificar a conformidade com as exigências relativas ao campo de visão.

Deve, além disso, representar pelo menos 98% da zona de visão A que é a zona da superfície exterior aparente do pára-brisa delimitada pelos quatro planos seguintes, partindo dos pontos V para a frente:

- um plano vertical que passa por V1 e V2 e faz um ângulo de  $13^\circ$  para a esquerda com o eixo dos x;
- um plano paralelo ao eixo dos y que passa por V1 e faz um ângulo de  $3^\circ$  para cima com o eixo dos x;
- um plano paralelo ao eixo dos y que passa por V2 e faz um ângulo de  $1^\circ$  para baixo com o eixo dos x;
- um plano vertical que passa por V1 e V2 e faz um ângulo de  $20^\circ$  para a direita com o eixo dos x.

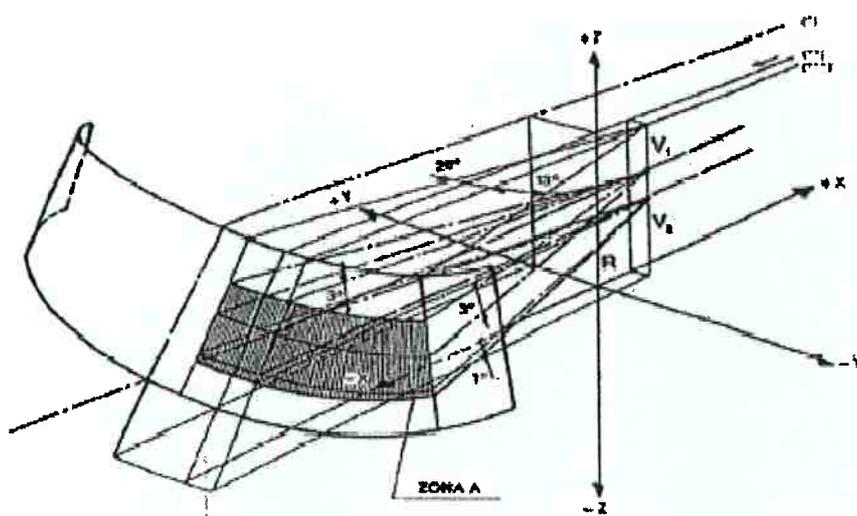


Figura 2.25: Dimensionamento da área de varredura do limpador de pára-brisa (CTB, 2007).

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia proposta está baseada na comparação de visibilidade estática do automóvel, com a finalidade de comparar diferentes modelos dentro de uma mesma categoria de veículo, levando em consideração quatro parâmetros que serão apresentados a seguir:

#### **3.1 Visibilidade traseira**

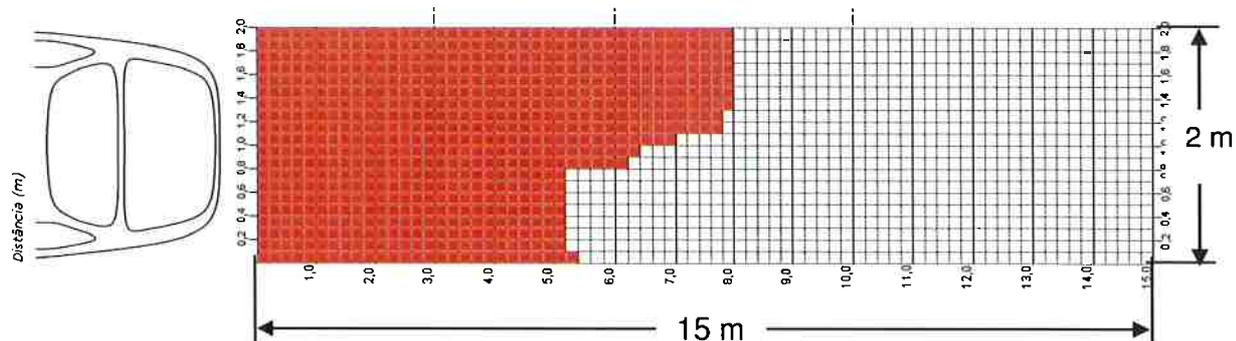
A visibilidade traseira é compreendida com a visão que o condutor obtém com o auxílio do espelho retrovisor interno, dos elementos situados externamente atrás do veículo.

Uma pesquisa realizada no Insurance Austrália Group, aponta uma metodologia diferente para se determinar a zona de ponto cego.

##### **3.1.1 Dimensões do campo de visão traseiro**

Para efetuar o teste, foi simulado um campo a partir do último ponto do veículo (normalmente o pára-choque traseiro ou em alguns casos, o estepe que está fixado à tampa traseira) de quinze metros de comprimento por dois metros de largura, totalizando uma área de trinta metros quadrados.

A largura é medida a cada 10 centímetros e o comprimento a cada 20 centímetros, a visibilidade é efetuada a partir do momento que o condutor, devidamente posicionado, consegue enxergar o topo do objeto de simulação, como ilustrado na figura abaixo.



**Figura 3.1:** Desenho esquemático de visibilidade traseira

A área em destaque representa a área não visível pelo espelho retrovisor interno e a extremidade desta área representa o último ponto não visível.

O último ponto não visível foi adotado por questão de segurança, pois é considerado que em um ponto isolado o objeto pode estar encoberto e acarretar um acidente.

As medidas foram adotadas seguindo os seguintes critérios. A largura extrema dos veículos é de 2 metros, portanto foi assumida esta grandeza como parâmetro. A medida de comprimento de 15 metros foi adotada por ser observado que a média de comprimento não visível é em torno de 7 a 8 metros, para padronizar o teste foi adotado o valor correspondente a aproximadamente o dobro da média de comprimento não visível encontrado nos testes práticos.

No Insurance Austrália Group, os padrões de dimensões adotados diferem da metodologia utilizada neste trabalho. A pesquisa Australiana determina que as dimensões sejam realizadas em lacunas quadradas de 20 por 20 centímetros, em uma área de 1,80 metros de largura por quinze metros de comprimento. Portanto são realizadas nove medições na transversal do veículo, enquanto a metodologia empregada com intervalo de medição de 10

centímetros, em um total de dois metros na transversal, determina maiores detalhes da zona de ponto cego traseiro.

Na Austrália houve uma separação das versões de um mesmo veículo, pois cada versão possui um opcional que pode prejudicar no resultado. Neste trabalho foi considerado os veículos com todos os opcionais de fábrica. (encosto de cabeça, *brake-light*, limpador de pára-brisa traseiro e aerofólio), para avaliar somente a condição mais crítica de visibilidade do veículo.

### **3.1.2 Objeto para Simulação**

O objeto utilizado para a simulação dos testes de visibilidade traseira é um obstáculo de sessenta e cinco centímetros de altura e dez centímetros de largura, o equivalente a altura média do ombro de uma criança até dois anos de idade. (INFOMED,2005)

Segundo o órgão Kids and Cars (2006) a idade predominante das vítimas de atropelamento devido ao ponto cego de visibilidade traseira é de um a dois anos de idade, em posse disto parametrizou a altura do obstáculo.

A visibilidade se dará no momento em que o motorista conseguir ver o topo do objeto pelo espelho retrovisor interno.

O motorista deve ter a visão do topo do obstáculo a cada intervalo medido em toda a extensão da área.



Figura 3.2: Obstáculo do experimento de visibilidade traseira.

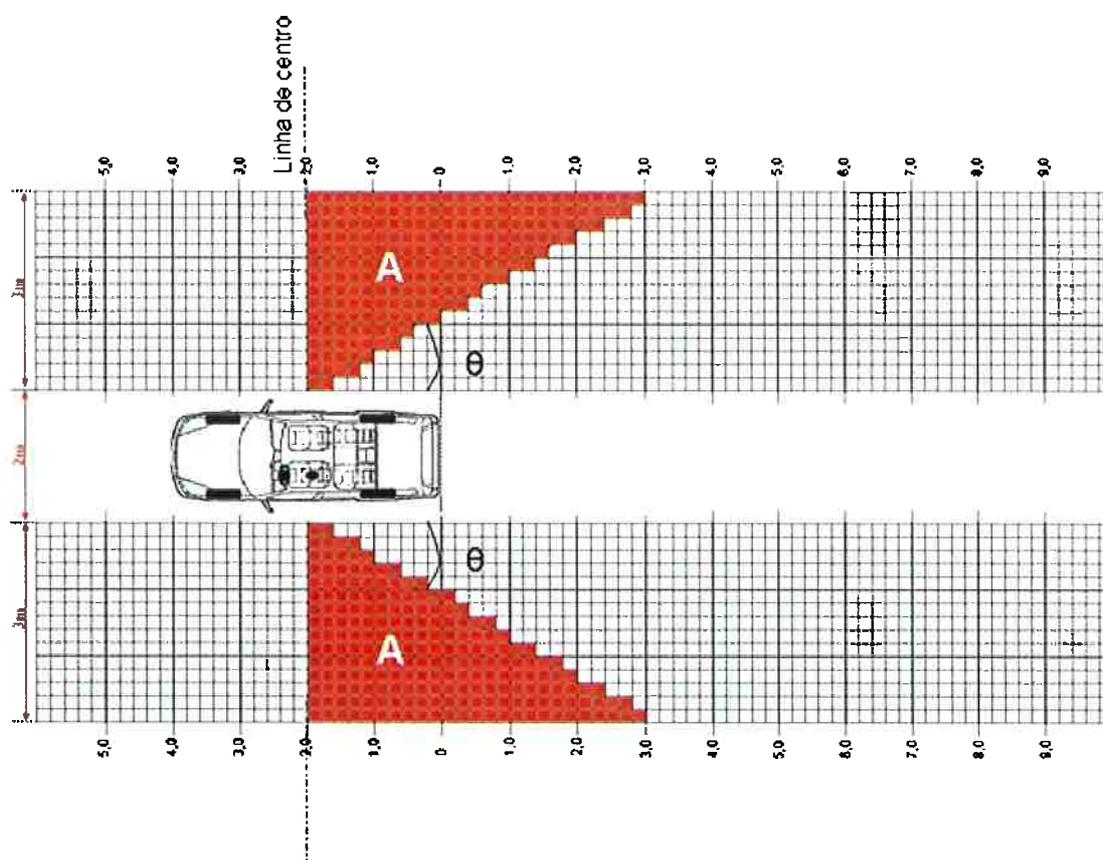
O Insurance Austrália Group utiliza um obstáculo cilíndrico de papelão, com um diâmetro de vinte centímetros e altura de sessenta centímetros, baseado também em uma altura de uma criança.

### 3.2 Visibilidade lateral

A visibilidade lateral é compreendida com a visão que o condutor obtém com o auxílio dos espelhos retrovisores externos laterais, principalmente para mudança de faixa de trânsito, onde é necessário avistar se há moto ou carro passando pela via, para realizar uma manobra segura, evitando uma colisão.

### 3.2.1 Dimensões do campo de visão lateral

Para realizar a medição é traçada uma linha imaginária a partir do centro do corpo do condutor. O veículo é alinhado considerando uma via com largura de dois metros. O obstáculo então é colocado a uma distância de um metro afastado desta faixa de dois metros, após é efetuada a medição do ponto visível e anotado a distância a partir da linha de centro em dois intervalos, um nesta distância de um metro e outro na distância de dois metros afastado no sentido transversal do veículo.



**Figura 3.3:** Desenho esquemático de visibilidade lateral.

Através dos pontos visíveis obtém-se o ângulo de visão ( $\Theta$ ) do espelho retrovisor externo. A faixa vermelha é a área não visível (A) que o condutor não consegue enxergar.

Esta metodologia foi baseada na própria resolução Nº 226 do Contran que estabelece requisitos para o desempenho e a fixação de espelhos retrovisores, para tanto foi necessário algumas modificações para ser possível o comparativo e a padronização do teste. A resolução prevê um campo de visão que na faixa de um e quatro metros afastado do veículo, o condutor deverá ter a visão do obstáculo até 4 e 20 metros respectivamente no plano longitudinal do veículo. Na metodologia foi adotada uma via de 2 metros para ser possível o comparativo entre os veículos, que mesmo sendo da mesma categoria, mas apresentam larguras diferentes entre eles. Ao realizar o teste percebeu-se que era necessário somente a medição de dois pontos, pois os próximos pontos eram o prolongamento da linha, portanto ficou definida a medição de um e dois metros afastados do carro.

O resultado de visibilidade lateral é efetuado através da somatória do ângulo de visão em graus, do lado esquerdo e do lado direito e em seguida é tirada a média. De acordo com o regulamento das Nações Unidas ECE 46 o ângulo de visão proporcionado pelo espelho retrovisor dos dois lados são importantes, obtendo o mesmo peso, sendo que a norma de campo de visão tanto do lado esquerdo como do lado direito obedecem aos mesmos valores.

### **3.2.2 Objeto para Simulação**

O obstáculo usado para os testes de visibilidade lateral foi um cone de tráfego de 1.110 milímetros de altura por 100 milímetros de largura.

A partir do momento em que o motorista começar a ver a lateral do obstáculo pelo espelho retrovisor externo, será registrada a visibilidade. A medição será efetuada a cada intervalo de um metro de medição na transversal do veículo analisado.



Figura 3.4: Obstáculo do experimento de visibilidade lateral.

### 3.2.3 Posicionamento do Motorista

Para padronizar o posicionamento do motorista no momento dos testes, algumas regras foram criadas baseadas em recomendações de direção defensiva;

- Devido à regulagem do espelho, a estatura do motorista não influencia nos resultados mas como padrão os testes foram realizados com uma pessoa de 1,80m de altura;
- O espelho retrovisor interno deve estar ajustado de maneira que o motorista visualize o vidro traseiro por completo;
- O espelho retrovisor externo do lado esquerdo e direito devem estar ajustados de modo que o motorista, sentado na posição de dirigir, visualize a lateral do veículo em 10% da largura do espelho;
- Para o ajuste do banco, o motorista tem que conseguir pressionar o pedal da embreagem com seu pé direito até o final do curso do pedal (posição confortável para a condução do veículo);
- Para o ajuste do encosto, o pulso do motorista deve alcançar a parte superior do volante (braços levemente flexionados);
- O ajuste da altura do banco do motorista deve estar na metade do curso total;

- O motorista deverá estar com o corpo apoiado no assento e no encosto do banco o mais próximo possível de um ângulo de 90 graus.

O Insurance Austrália Group utiliza o instrumento de medição chamado *H-point*, baseado em um percentil 50 masculino com uma altura de 1,78 metros e 77 kg. Este instrumento utiliza-se de um ponto de laser, que consiste de um apontador montado no tripé da câmera fixado na cabeça e aparafusado no *H-point*. A cabeça permite movimentar em ambos os planos vertical e horizontal para aproximar ao nível do olho. Através da projeção do laser no espelho retrovisor, o feixe é rebatido até o obstáculo para determinar a distância de visão.

Na metodologia aplicada não utilizou-se deste instrumento devido ao custo do equipamento e os resultados alcançados com o condutor foram favoráveis para se determinar o campo de visão.

### **3.3 Área envidraçada**

Este parâmetro indica a área de vidro do veículo. Por onde o condutor consegue ter acesso por dentro do veículo e visualizar o ambiente externo e conduzir o seu veículo com segurança.

Com a introdução de vidros colados na carroceria, a contribuição para aumentar a resistência estrutural da carroceria foi significativa, com isto as colunas dos carros se tornaram menores e a área envidraçada ampliada, o que aumentou a visibilidade do motorista em todas as direções.

O método para determinar a área de vidro do veículo é através da utilização de um papel específico para o uso de mascaramento de pintura com gramatura conhecida. É retirada a medida do vidro, com o recorte do papel na dimensão do vidro e depois é efetuada a pesagem do papel, com o peso e a gramatura do papel se obtém a área do vidro. A medição de área envidraçada do veículo é a somatória da área do pára-brisa, vidros das portas dianteiras, vidros das portas traseiras ou lateral traseira e o vidro traseiro.

A origem desta metodologia partiu devido ao sigilo das montadoras e fornecedores não transmitirem a área de cada vidro produzido em desenhos no CAD. Para método de conferir o resultado e comparar área envidraçada de modelos da mesma categoria, adotou-se esta prática que é utilizada para cálculo de material de pintura, que é bastante empregado em peças de pintura complexas em oficinas especializadas.

### **3.4 Eficácia do limpador de pára-brisa**

A eficácia do limpador de pára-brisa é definida como a porcentagem da área do vidro que é percorrida durante o movimento da palheta, partindo deste pressuposto, define-se por esta fórmula a intensidade do fenômeno.

$$\text{Eficácia} = \frac{\text{Área de limpeza do vidro}}{\text{Área total do vidro}}$$

Atualmente, a eficácia média dos limpadores de pára-brisa ainda está longe de atingir um valor próximo de 100%. A maioria dos limpadores dianteiros tem eficácia entre 60 % e 70 % e para os limpadores traseiros uma eficácia entre 35 % e 55 %.

Portanto, um limpador de pára-brisa mais eficaz é uma necessidade real, pois melhora a visão do motorista através do vidro enquanto está chovendo e mesmo com tempo seco. Durante a chuva, o limpador aumenta o campo de visão, permitindo maior visibilidade e diminuindo riscos de acidentes. Com o tempo seco, permite uma melhor limpeza do vidro, pois a palheta tem um alcance maior. Além disso, as marcas de sujeiras deixadas no vidro localizam-se em uma região mais periférica.



Figura 3.5: Limpeza proporcionada pelo limpador de pára-brisa.

Um limpador de pára-brisa mais eficaz pode constituir uma necessidade percebida pelo usuário. Pode ser um dos diferenciais para o automóvel, agregando maior segurança em condições climáticas desfavoráveis.

A metodologia para definir a eficácia do limpador é realizada com a utilização de papel padrão de mascaramento de pintura com gramatura conhecida, onde com a dimensão da área do

vidro e a dimensão da área de varredura do limpador de pára-brisa, se obtém a eficácia do limpador de pára-brisa estabelecida em percentagem.



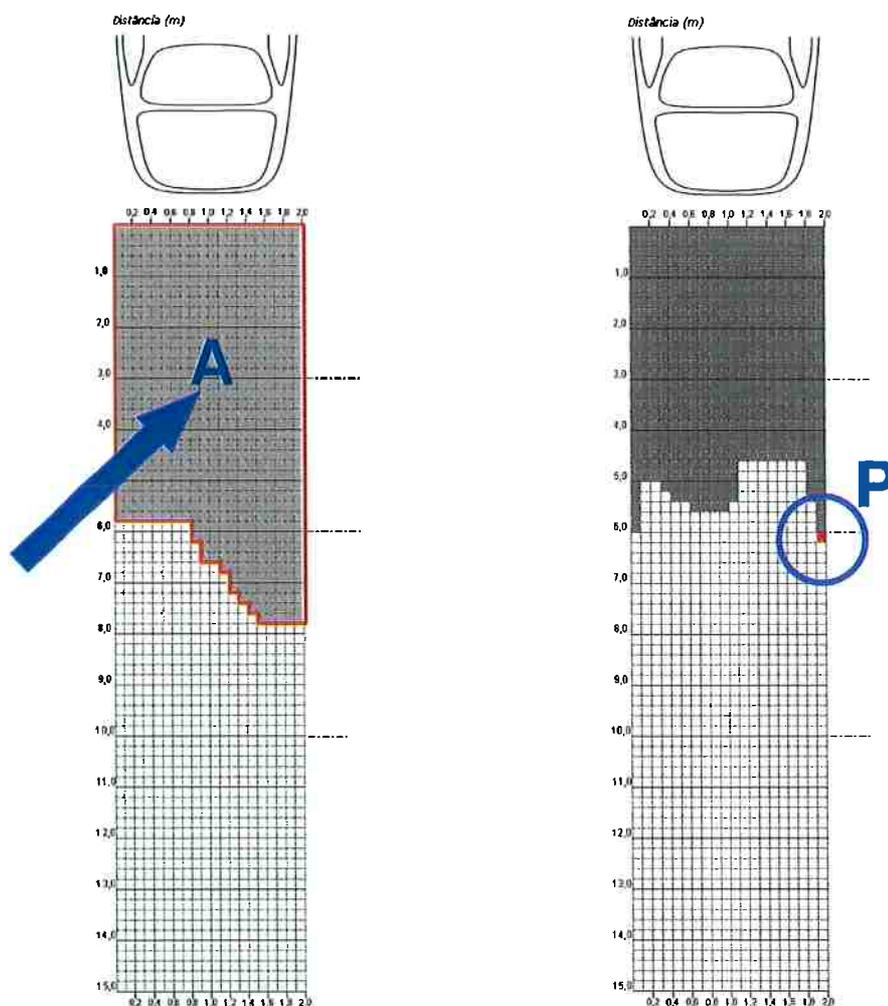
Figura 3.6: Eficácia de varredura do limpador de pára-brisa dianteiro.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizados experimentos com os veículos mais vendidos da categoria Hatch compacto, que são modelos cuja tampa do porta malas permite acesso ao interior do automóvel. Dos 2.092.003 comercializados no ano de 2006, os veículos experimentados representam 54,16 % do total. (ANFAVEA,2007)

### 4.1 Visibilidade Traseira

O cálculo para se obter o fator de visibilidade traseira é efetuado através da medida da área total não visível -  $A$  ( $m^2$ ) e pelo último ponto não visível -  $P$  (m) do veículo, obtidos nos testes.



**Área não visível** – É toda parte do plano analisado em que o obstáculo não é visualizado pelo motorista.

**Último ponto não visível** – Ponto mais distante da traseira do veículo onde o obstáculo não é visualizado pelo motorista.

#### 4.1.1 Área não visível

Considerada toda a área em que o obstáculo utilizado no teste não foi visível pelo motorista. A área não visível possui um grande valor pois abrange uma parte de suma importância na traseira do veículo.

<i>Veículo Hatch Compacto</i>	<i>Área não visível (m<sup>2</sup>)</i>
FIAT Uno 5P	4,82
RENAULT Clio 5P	6,96
FIAT Palio Fase III 5P	8,14
PEUGEOT 206 5P	8,20
GM Corsa 5P	9,66
FORD Fiesta 5P	10,94
VW Gol G4 5P	11,32
GM Celta 5P	11,58
CITROËN C3 5P	13,30
FORD KA	14,06
VW Fox 5P	17,28

Tabela 4.1- Resultado de área não visível dos veículos analisados.

O Fiat Uno foi o veículo que alcançou o melhor resultado de visibilidade traseira, apesar de não possuir o maior vidro traseiro dos veículos analisados, mas devido a pouca inclinação do vidro e a baixa altura do solo, obteve uma excelente marca.

O Volkswagen Fox apresentou a pior área não visível, isso se deve não só pela pequena área de vidro traseiro mas pela elevada altura da plataforma, o que prejudica a visibilidade traseira.

O limpador de pára-brisa não foi o suficiente para atrapalhar os resultados do Renault Clio, pois este componente fica próximo a margem da tampa traseira, proporcionando uma boa visão.

A utilização de uma área serigrafada na borda do vidro traseiro, encontrada em todos os veículos analisados, é empregada para proteger a cola que é usada para fixar o vidro na carroceria do automóvel, exceto o Fiat Uno, onde ele não é colado na estrutura do veículo, sendo somente encaixado e preso por borracha.

Esta borda preta retém os raios ultra violetas, absorve o calor e não deixa passar os raios para a cola, cumprindo a função de proteção para não degradar o material empregado . Esta faixa é crítica no veículo GM Corsa, onde mesmo com uma tampa de porta malas menor e o vidro traseiro mais baixo em relação ao solo, esta faixa com largura de 90 milímetros obstrui a visão do condutor.

O mesmo não acontece no Fiat Uno, onde não existe esta faixa preta, pelo fato de não utilizar cola para fixar o vidro à tampa do porta malas, com isto o resultado se torna expressivo por ter uma visão mais clara pelo vidro traseiro.

No Citroën C3 onde a tampa do porta malas é maior, acarretando uma maior distância do vidro ao solo, mesmo com a inclinação, a visão continua prejudicada.

Nos gráficos mostrados a seguir, temos que os vãos em destaque representam a área não visível pelo espelho retrovisor interno.

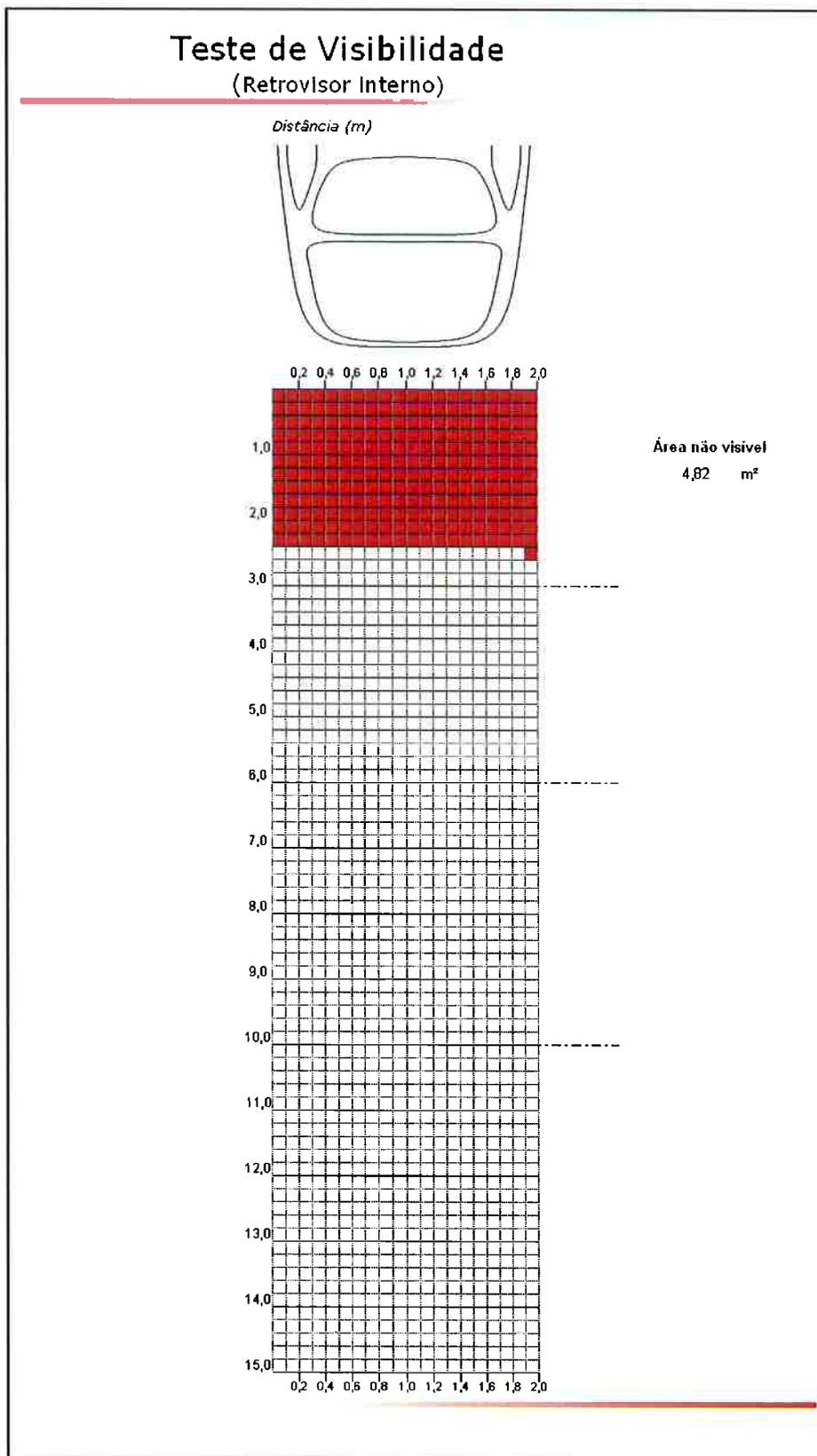


Gráfico 01: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Fiat Uno.

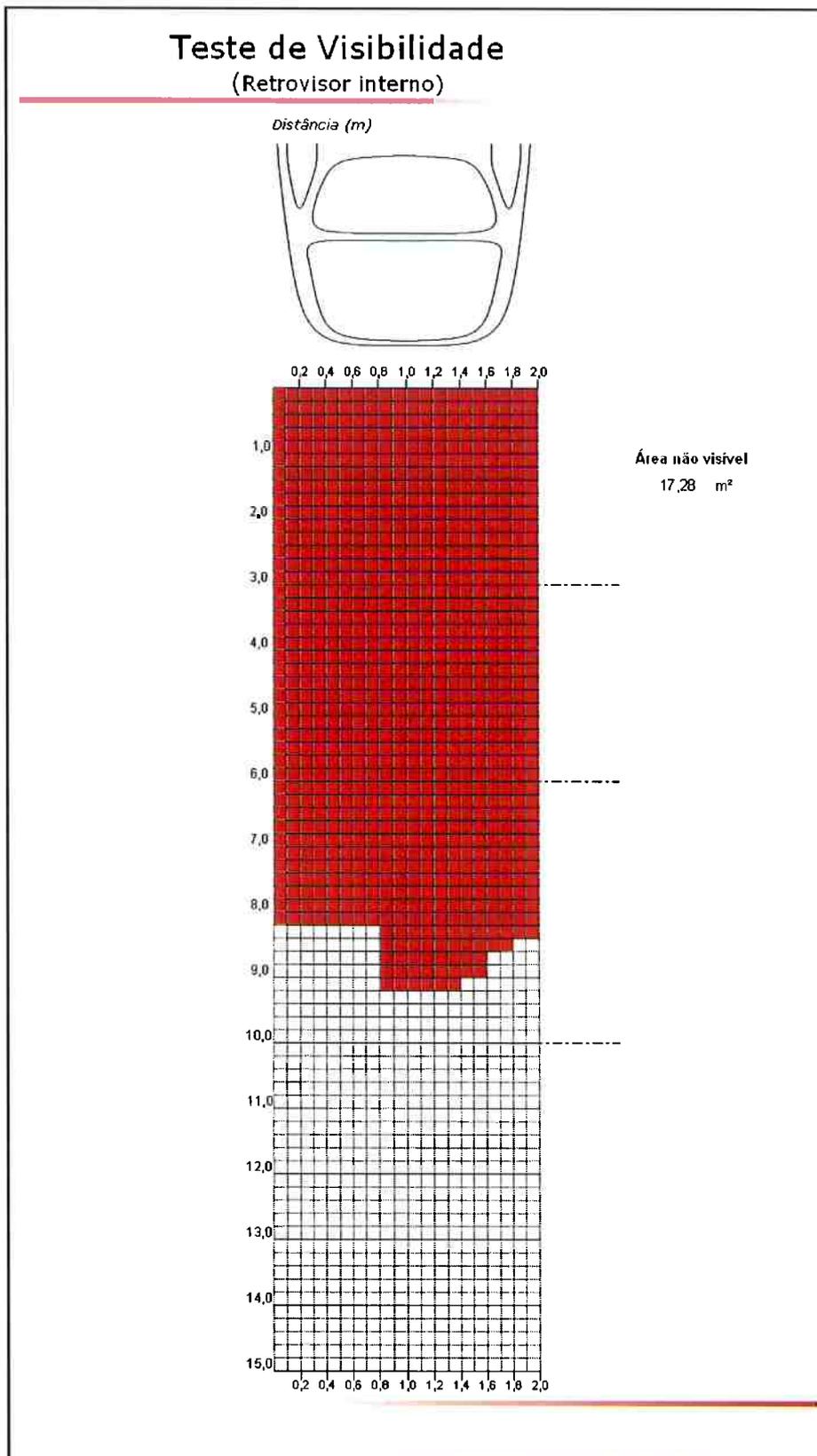


Gráfico 02: Representação da área de visibilidade traseira – veículo VW Fox.

#### 4.1.2 Último ponto não visível

Considerado o ponto mais distante da traseira do veículo onde o obstáculo não pôde ser visto. Ocasionalmente pela obstrução dos acessórios incorporados ao veículo, como *brake-light* (luz de freio) inferior ou até mesmo ao próprio encosto de banco traseiro, que em alguns veículos não são retráteis, que podem ser abaixados quando não está sendo utilizado por nenhum passageiro no banco traseiro e também pelo motor do limpador de pára-brisa traseiro que por estética, a capa de fechamento da tampa do porta malas se prolonga no motor e ocupa uma boa parte central do vidro traseiro, além do próprio limpador de pára-brisa traseiro que através do tamanho e do posicionamento do braço, pode obstruir uma parcela da visibilidade traseira.

O Fiat Uno alcançou o melhor resultado pois devido a simplicidade dos equipamentos, não prejudicaram a visibilidade traseira deste modelo.

O Ford Fiesta apresentou o último ponto não visível mais distante, isso se deve pela altura do encosto do banco traseiro, onde este componente não é retrátil, o que acarreta uma obstrução da visão e pela espessura do braço do limpador de pára-brisa traseiro.

Apesar do Ford Fiesta estar numa posição intermediária no quesito área não visível, em um caso isolado pode ocorrer uma colisão devido a não visibilidade neste ponto isolado (último ponto não visível), portanto dois modelos diferentes podem possuir áreas não visíveis semelhantes, porém o último ponto não visível faz a diferença, que pode tornar um modelo mais seguro que o outro.

O encosto de cabeça traseiro passou a se tornar obrigatório a partir de 1999. Todos os modelos analisados possuem duas proteções de cabeça agregadas ao banco traseiro, exceto o

Ford KA, pois o desenvolvimento deste projeto antecede a data que passou a vigorar a obrigatoriedade de se cumprir a resolução.

É possível agrupar o conjunto de veículos com encosto de cabeça em dois grupos, o primeiro com aparador pequeno de até 140 milímetros e o outro com aparador maior de até 190 milímetros. Enquadra-se no grupo menor o GM Celta e o Volkswagen Fox, já no maior temos Citroën C3, Fiat Palio Fase III, Fiat Uno, Ford Fiesta, GM Corsa, Peugeot 206, Renault Clio, Volkswagen Gol Geração 4.

Uma das alternativas para diminuir a zona de ponto cego traseira é a adoção de encosto de cabeça retrátil, neste estudo os veículos Citroën C3, Fiat Palio Fase III, Peugeot 206, Volkswagen Gol Geração 4 e Volkswagen Fox possuem esta vantagem. Os veículos da marca Volkswagen obtêm uma concavidade no próprio banco, sendo que o encaixe não se efetua por completo, limitado a um recuo de até 40 milímetros, ao contrário das outras marcas que possuem o sistema de encaixe que envolve o banco, alcançando um recuo de até 100 milímetros.

A altura do encosto do Volkswagen Gol Geração 4, quando é encaixado, atinge o mesmo tamanho do GM Celta que possui um encosto menor. O encosto do Volkswagen Fox mesmo sendo menor e com encaixe no próprio banco traseiro, alcança o mesmo patamar dos outros veículos que possuem encosto retrátil que envolve o banco.

Um dos principais motivos do Fiat Palio e do Peugeot 206 obterem uma boa classificação é devido ao encosto de cabeça retrátil, superando o Renault Clio que não possui este benefício. O Volkswagen Gol G4 com um encosto de encaixe conseguiu melhor resultado que o Ford Fiesta e o GM Corsa que possuem encosto de cabeça fixo.

O *brake-light* (luz de freio) incorporados aos veículos analisados Citroën C3, Ford Fiesta, Peugeot 206, Renault Clio, Volkswagen Gol Geração 4 e Volkswagen Fox, estão localizados na parte superior do vidro, sem prejudicar a visão do condutor. Os outros veículos analisados não possuem este acessório.

Os dois modelos da Fiat tanto o Palio Fase III quanto o Uno possuem o braço do limpador do pára-brisa traseiro saindo da tampa do porta malas.

<i>Veículo Hatch Compacto</i>	<i>Último Ponto não visível (metros)</i>
FIAT Uno 5P	2,5
FIAT Palio Fase III 5P	4,7
PEUGEOT 206 5P	4,9
RENAULT Clio 5P	4,9
VW Gol G4 5P	6,1
GM Corsa 5P	7,1
GM Celta 5P	7,3
CITROËN C3 5P	7,9
FORD KA 3P	8,5
VW Fox 5P	9,1
FORD Fiesta 5P	9,3

Tabela 4.2 - Resultado experimental do último ponto não visível.

No trabalho desenvolvido pelo Insurance Austrália Group é avaliado o mínimo de distância para ver o obstáculo, diferentemente da metodologia aplicada neste estudo onde adotou-se o máximo de distância para ver o obstáculo (último ponto não visível), por considerar-se um fator mais importante por questão de segurança.

## 4.2 Visibilidade Lateral

O fator de visibilidade lateral é obtido através da média do ângulo de visão do lado esquerdo e do lado direito, obtido através dos espelhos retrovisores externos.

<i>Veículo Hatch Compacto</i>	<i>Ângulo de visão lateral (em graus)</i>
GM Celta 5P	20,34
FORD KA 3P	18,25
FIAT Palio Fase III 5P	18,09
CITROËN C3 5P	18,01
VW Fox 5P	17,87
RENAULT Clio 5P	17,36
PEUGEOT 206 5P	16,57
GM Corsa 5P	15,60
FORD Fiesta 5P	15,27
VW Gol G4 5P	14,57
FIAT Uno 5P	13,89

Tabela 4.3 - Resultado experimental de visibilidade lateral.

O melhor resultado foi alcançado pelo GM Celta, com uma uniformidade de visão lateral através dos espelhos retrovisores do lado esquerdo e do lado direito, proporcionada por uma carroceria curta e abaulada.

O Fiat Uno apresentou o pior resultado em visibilidade lateral, onde o alcance de visão dos espelhos retrovisores externos são prejudicados na detecção de obstáculos, isso se deve a estrutura da carroceria, que é mais uniforme com linhas retas, e ao ajustar o espelho retrovisor externo para visualizar a lateral do carro, limita-se a visão do motorista.

Embora as dimensões do espelho do Fiat Palio Fase III e do Fiat Uno sejam as mesmas, mas os resultados são diferentes devido a dimensão e ao formato da carroceria, que possibilita uma melhor visão para um modelo do que para o outro.

O posicionamento do espelho retrovisor do Ford KA auxiliou para obter um bom resultado, dotado de uma carroceria curta e arredondada, o espelho proporcionou ao condutor uma boa visibilidade lateral.

O Renault Clio e o Peugeot 206 possuem pouca diferença no tamanho do espelho retrovisor e por possuir carrocerias semelhantes, proporciona resultados de ângulo de visão próximos, sendo o melhor resultado para o Renault Clio por possuir um espelho retrovisor um pouco mais largo.

Situação análoga ocorre com o Volkswagen Gol Geração 4 e o Fiat Uno, ambos possuem tamanhos semelhantes de espelho retrovisor externo, porém o resultado do Volkswagen Geração 4 superou devido ao tamanho e formato da carroceria.

De acordo com a resolução nº 226 do Contran o espelho não deve sobressair-se mais de 250 milímetros em relação a largura máxima do veículo, medida sem espelhos. Com a limitação de tamanho máximo para o espelho retrovisor, a alternativa para se aumentar o campo de visão é a adoção de espelho convexo integrado ao espelho plano.

Todos os veículos analisados possuíam espelho retrovisor externo plano e nenhum é dotado de espelho convexo, nem como opcional da própria fábrica. No resultado é sempre considerado todos os equipamentos, para avaliar a pior condição possível.

O tamanho do espelho retrovisor do lado esquerdo e do lado direito, dos veículos analisados são os mesmos. Isso se deve principalmente ao custo do componente, onde para diminuir o tempo e custo de fabricação se mantém a mesma dimensão.

Nos gráficos mostrados no anexo, temos que os vãos em destaque representam a área não visível pelos espelhos retrovisores externos.

### 4.3 Medição de área envidraçada

A medição da área envidraçada do veículo compreende a dimensão livre dos vidros, que fica exposta e por onde se pode visualizar o ambiente externo, portanto a superfície onde está tampada pelo fechamento das guarnições não foi considerada no resultado.

<i>Veículo Hatch Compacto</i>	<i>Área envidraçada (m<sup>2</sup>)</i>
PEUGEOT 206 5P	3,01
CITROËN C3 5P	2,90
VW Fox 5P	2,90
RENAULT Clio 5P	2,89
FIAT Palio Fase III 5P	2,86
VW Gol G4 5P	2,86
FORD Fiesta 5P	2,83
GM Corsa 5P	2,77
FORD KA 3P	2,75
FIAT Uno 5P	2,61
GM Celta 5P	2,58

Tabela 4.4 - Resultado experimental de medição de área envidraçada.

O Peugeot 206 foi o modelo que alcançou a maior área envidraçada da categoria, o que mais contribuiu para este resultado foi à inclinação, proporcionando um maior tamanho do pára-brisa e do vidro traseiro, podemos expandir esta característica para os modelos franceses Citroën C3 e o Renault Clio. O mesmo acontece com o Volkswagen Fox, neste modelo apesar de não apresentar um vidro traseiro com as mesmas proporções dos veículos franceses, mas em compensação tem os vidros laterais maiores.

O GM Celta obteve a menor área envidraçada, a concepção de tamanho da carroceria influenciou no resultado. Logo em seguida o Fiat Uno com carroceria curta e o Ford KA o único veículo analisado que não possui porta traseira, apresentaram os menores índices.

O Ford Fiesta apesar de ter uma boa área envidraçada de pára-brisa, mas em compensação o vidro traseiro prejudica a somatória da área total, com isto alcançou uma posição intermediária.

O mesmo ocorre com o Fiat Uno, apesar de ter o vidro traseiro grande mas em compensação o pára-brisa é o menor de todos os veículos analisados, acarretando uma pequena área envidraçada.

O formato do vidro pode proporcionar ganho de visão, no caso do Renault Clio onde o vidro traseiro é curvo, é possível minimizar a obstrução, ocasionada pela coluna da carroceria do veículo.

A área serigrafada na borda do pára-brisa, do vidro traseiro e do vidro lateral, como no caso do Ford KA que possui o vidro lateral traseiro fixo, foram medidas consideradas na medição de área envidraçada, desde que estivessem visíveis, ou seja, do lado de fora da guarnição.

Esta faixa preta que serve tanto de proteção da cola e da borracha que fixa o vidro na carroceria, como de acabamento para encobrir imperfeições, no arremate de junções na montagem final de peças. No caso do Volkswagen Gol Geração 4 e do GM Corsa temos uma maior faixa preta no vidro traseiro, que nos demais modelos, isso se deve principalmente para encobrir o motor do limpador traseiro.

O vidro colado aumenta a resistência estrutural aos veículos em caso de capotamento e impacto frontal, isso permite a retenção por exemplo da bolsa de airbag, que em caso de colisão é acionado e apoiado no pára-brisa, para que isso ocorra é necessário uma resistência que garanta a adequada fixação do vidro.

#### 4.4 Medição da eficácia do limpador de pára-brisa

A eficácia do limpador de pára-brisa é compreendida pela varredura que a palheta descreve no pára-brisa.

##### 4.4.1 Limpador de pára-brisa dianteiro

O Fiat Uno foi o único modelo que possuía somente um único limpador, o restante dos veículos analisados possuíam um limpador do lado do motorista e outro do lado do passageiro. A movimentação das palhetas dos veículos analisados são do sistema de mesmo sentido, contrário de alguns modelos que possuem deslocamento opostos entre as palhetas.

<i>Veículo Hatch Compacto</i>	<i>Eficácia do limpador dianteiro (%)</i>
CITROËN C3 5P	70,06
VW Fox 5P	68,84
FORD KA 3P	68,72
FIAT Uno 5P	68,43
FIAT Palio Fase III 5P	66,73
PEUGEOT 206 5P	66,00
VW Gol G4 5P	65,30
GM Corsa 5P	64,15
RENAULT Clio 5P	64,00
GM Celta 5P	63,04
FORD Fiesta 5P	62,37

Tabela 4.5 - Resultado experimental de medição do limpador de pára-brisa dianteiro.

O Citroën C3 alcançou a maior eficácia do limpador de pára-brisa, devido a geometria do pára-brisa e o alto aproveitamento proporcionado pelo elevado tamanho da palheta do limpador de pára-brisa.

O Ford Fiesta atingiu o pior desempenho, isso se deve pois o braço do limpador do pára-brisa do lado do passageiro possui uma inclinação, onde o início da varredura começa fora da

margem do pára-brisa, o que acaba prejudicando a eficácia do limpador dianteiro, outro fator de grande influência para este desempenho ruim é devido ao grande tamanho do pára-brisa.

Apesar do Peugeot 206 ter o maior limpador de pára-brisa do lado do motorista dos veículos analisados, com 650 milímetros e possuir o limpador do lado do passageiro com 400 milímetros, porém devido a grande área do pára-brisa a eficácia alcançou uma posição intermediária.

O Volkswagen Fox possui o limpador de pára-brisa dianteiro bem aproveitado, pois mesmo com a grande área do pára-brisa e com o menor limpador do lado do passageiro com 380 milímetros, e o limpador do lado do motorista com 580 milímetros, a otimização dos braços dos limpadores garantiu uma boa eficácia.

Normalmente o limpador do lado do motorista é maior do que do lado do passageiro, no intuito justamente de melhorar a eficácia dos limpadores. No caso do GM Celta o comprimento dos limpadores é o mesmo com 450 milímetros, o que prejudica a eficácia para este modelo, pois não obtém o melhor rendimento do sistema.

#### 4.4.2 Limpador de pára-brisa traseiro

O limpador traseiro é composto por uma única palheta e todos os veículos analisados possuíam este componente, embora este componente não seja obrigatório pelo órgão governamental, mas as montadoras adotam este item instalado no veículo como de série ou opcional.

<i>Veículo Hatch Compacto</i>	<i>Eficácia do limpador traseiro (%)</i>
FIAT Uno 5P	55,33
FORD KA 3P	53,53
GM Corsa 5P	51,36
CITROËN C3 5P	43,72
GM Celta 5P	43,56
VW Fox 5P	42,96
FIAT Palio Fase III 5P	42,72
RENAULT Clio 5P	40,51
VW Gol G4 5P	40,32
PEUGEOT 206 5P	39,08
FORD Fiesta 5P	36,21

Tabela 4.6 - Resultado experimental de medição do limpador de pára-brisa traseiro.

O Fiat Uno conseguiu a melhor eficácia de limpador de pára-brisa traseiro, isso se deve pois o limpador inicia próximo da margem do pára-brisa e a geometria do vidro favorece para uma maior área de varredura.

O Ford Fiesta apresentou o pior resultado, pois como o limpador inicia do vidro, a palheta fica fora da margem do pára-brisa e com o menor tamanho de palheta dos veículos analisados com 300 milímetros, proporcionou uma má eficácia do limpador de pára-brisa.

A geometria do vidro favoreceu o resultado do Ford KA, que com o mesmo tamanho de 330 milímetros do limpador traseiro do Fiat Uno, obteve a segunda posição.

Todos os veículos analisados possuem o limpador traseiro iniciando do lado direito, descrevendo movimento no sentido anti-horário. Exceto os veículos Ford KA, GM Celta e GM Corsa que iniciam do lado esquerdo descrevendo movimento no sentido horário. O posicionamento não tem influência no ponto de vista funcional, a maioria utiliza o mesmo movimento da palheta dianteira. As montadoras para diminuir o custo do sistema costumam utilizar o mesmo componente em mais de um modelo, o que acontece nos veículos analisados da marca GM.

Apesar do limpador do Fiat Palio Fase III ser o maior com 380 milímetros, juntamente com o GM Celta e GM Corsa, mas o seu desempenho não foi bom devido ao tamanho do vidro traseiro que também é o maior.

## 5. CONCLUSÕES

O projeto para definir os quesitos de segurança de um veículo não se restringe somente ao atendimento de normas e regulamentos estabelecidos pelos órgãos que definem a legislação de trânsito. O condutor precisa se sentir seguro ao trafegar pelas vias, com uma boa visão externa proporcionada pelo vidro, espelhos retrovisores e o limpador de pára-brisa. Os diversos parâmetros utilizados no desenvolvimento para o dimensionamento de componentes que afetam a segurança, permite que cada montadora apresente uma maneira diferente de expor o seu produto.

Os resultados alcançados possibilitaram avaliar a proposta de uma metodologia comparativa de visibilidade, onde para cada parâmetro se pode analisar o bom desempenho e as deficiências de cada modelo.

A premissa deste trabalho foi estabelecida com sucesso, pois com estes resultados o consumidor poderá avaliar melhor a compra de seu automóvel, bem como a montadora poderá agregar melhoria em seu produto, tendo mais uma ferramenta de subsídio para desenvolvimento em complemento das reclamações de campo.

O objetivo deste trabalho não é apresentar qual é o melhor veículo sobre o aspecto de visibilidade, mas mostrar a importância destes números isoladamente em cada tópico analisado.

O método foi baseado em resultado prático e experimental, livre de hipóteses e suposições que podem não representar uma condução do veículo em situação real. As dificuldades foram encontradas e acertadas no decorrer do procedimento. O aprimoramento e o tratamento dos resultados trouxeram efeitos importantes para melhoria do método.

A classificação dos veículos dentro do tópico de área não visível, não corresponde a mesma classificação dos veículos do tópico último ponto não visível, a causa é devido aos diferentes pontos de obstrução originados por componentes dos veículos analisados, que podem ocupar uma grande ou pequena parte da visão traseira. Em um ponto específico pode haver uma obstrução de visibilidade que é distante do veículo mas ocupa uma pequena parte da visão traseira, diferentemente de uma situação em que a obstrução é próxima mas ocupa uma grande parte da visão traseira.

Na visibilidade lateral tiramos que os espelhos retrovisores externos tanto do lado direito quanto do lado esquerdo possuem a mesma dimensão, apesar dos resultados serem divergentes entre eles, mas o grau de importância é o mesmo.

A eficácia dos limpadores de pára-brisa dependem da geometria do vidro para estabelecer um tamanho ideal de palheta, juntamente com um desenvolvimento de braço e mecanismo propício a obter um melhor resultado de varredura.

A metodologia proposta utilizou a condição estática para comparar a visibilidade e minimizar as variáveis, pois em condição de tráfego envolve outros fatores como experiência em direção, acuidade visual, idade e reflexo que varia entre cada indivíduo.

A ocupação de passageiro no banco traseiro prejudica a visibilidade traseira, esta condição não pôde ser mensurada, pois existem variáveis como estatura da pessoa e posicionamento do ocupante, bem como medida de ombro, onde se torna limitada à medição de um resultado representativo.

O aumento da área envidraçada acarreta em um aumento da irradiação solar incidindo para o interior do veículo, por isto constantemente são realizados novos desenvolvimentos para

redimensionar o funcionamento do ar condicionado e de novos materiais mais resistentes utilizados em acabamento interno para evitar degradação.

No exterior a criação de ONG's que fiscalizam e exigem mudanças de melhorias para garantir a segurança dos ocupantes do veículo e dos pedestres, com levantamento de números de acidentes e requerem uma resposta da companhia. No Brasil a mobilização é muito menor, dados estatísticos são raros em ser encontrados, pois não existe uma preocupação em coibir e minimizar acidentes como em países, onde a pressão da sociedade é muito maior.

## 6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Nos testes, foram observados que os veículos hatchs obtiveram uma área de visibilidade segura e conseqüentemente melhor classificação por serem veículos menores e por possuírem uma “silhueta” mais retilínea em relação ao solo se comparado com outros tipos de carroceria. Portanto uma continuação do trabalho com estudos em diferentes categorias seria oportuno.

Outro tópico que poderia complementar este comparativo de visibilidade é um estudo de ponto cego de coluna, embora a maioria dos novos projetos já minimizam esta questão, mas seria interessante como complemento.

Embora os veículos analisados não possuam espelho convexo, mas com o estudo de veículos de outras categoria, poderia realizar uma avaliação dos benefícios deste componente, utilizando a mesma metodologia empregada na visibilidade lateral.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANFAVEA. **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo: Ipsis Gráfica e Editora, 2007.

BERTOCCHI, M. **Segurança Veicular**: Acidentes de trânsito, colisões veiculares, cintos de segurança, airbags, história da segurança veicular, dados sobre acidentes e proteção aos pedestres. São Paulo: Skill Elaboração de Materiais Didáticos Ltda, 2005. 221 p.

BOSCH. **Automotive Handbook**. 5.ed. Robert Bosch GmbH, 2000. p. 770 - 775

CALLISTER, W. **Materials Science and Engineering**. John Willey & Sons, Inc., 4<sup>th</sup> ed., 1997.

CANADA SAFETY STANDARDS. **CMVSS 111**. Mirrors – Multipurpose Passenger Vehicles, Trucks, Buses, Motorcycles, Motor Driven Cycles. Canada: 2003, 8 p.

CASSIANO, D.A. **Estudo Estatístico de Parâmetros do Processamento de Borracha SBR para Banda de Rodagem de Pneumáticos**. 2003. 95 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

CASTRO, M. **Conducción, Seguridad, Averías y Normativa**. Barcelona: Ediciones CEAC, 1995. 310 p.

CENTRO DE EXPERIMENTACIÓN Y SEGURIDAD VIAL MÉXICO. **Campos de visión y puntos ciegos al conducir un automóvil**. Boletín Informativo Seguridad Vial. Toluca: 2003.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **Fatos e Estatísticas de Acidentes de Trânsito em São Paulo**. 1<sup>o</sup> edição. São Paulo: CET, 2006.

CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO. **Legislação complementar**: resoluções do Contran. 7<sup>o</sup> edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2003. 948 p.

CONSUMER REPORTS. **Backup systems.** Disponível em <http://www.consumerreports.org/cro/cars/maintenance-accessories/autos-backup-systems-1004/overview/index.htm> . Acesso em setembro de 2005

DAMOULIS, G.L. **Projeto e construção de carrocerias.** São Paulo: Centro Universitário UNIFEI, 2002.

DIETER, A. **The Passenger Car Body: Design, deformation characteristics, accidente repair.** Munich: Vogel Fachbuch, 2000. 316 p.

EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN COUNCIL. **2003/97/EC.** Relating to the Type-Approval of Devices for Indirect Vision and of Vehicles Equipped with these devices. Brussels: 2003, 58 p.

FAGERVALL, M.; NYMAN, M. **Optimal Windshield Cleaning Performance.** 2000. Thesis Work – Civilingenjörprogrammet, Institutionen för Maskinteknik Avdelningen för Datorstödd Maskinkonstruktion, Gothenburg, 2000.

FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARD. **FMVSS 104:** Windshield Wiping and Washing Systems. Washington: 1996, 31 p.

FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARD. **FMVSS 111:** Rearview Mirrors – Passengers Cars, Multipurpose Passenger Vehicles, Trucks, Buses, School Buses and Motorcycles. Washington: 2004, 10 p.

FILIZZOLA, E.P. **Noções básicas de Engenharia de Tráfego.** São Paulo: Companhia Engenharia de Tráfego, 1977, 114 p.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física.** 7ª edição. São Paulo: Editora LTC, 2006. 358 p.

HOCKEY, R.; MILES, E.; BARKER, R.. Low speed run-overs of young children in Queensland Injury Surveillance. **Injury Bulletin**, nº 76, março, 2006.

HUEY, R.; PEREL, M. Improving Object Detectability in Rear Cross-View Mirrors In: SAE International Congress & Exposition, 1999, Detroit, Michigan. **Safety and Ergonomic.**

Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1999. 7p. (SAE Technical Paper Series, 99010654).

INFOMED. **Crescimento e Desenvolvimento.** Disponível em <<http://www.infomed.hpg.ig.com.br/crescimentoedesenvolvimento.html>> . Acesso em outubro de 2005

KIDS AND CARS. **Statistics: U.S. Fatalities by Type, nontrafic fatalities involving children.** Disponível em <<http://www.kidsandcars.org/>> . Acesso em janeiro de 2007

MILLES, D.C.;BRISTON,J.H. **Tecnologia dos polímeros.** São Paulo: Polígono, 1975.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. **DOT HS 809 149.** Now-Planar Driver's Side Rearview Mirrors: A Survey of Mirror Types and European Driver Experience and a Driver Behavior Study on the Influence of Experience and Driver Age on Gap Acceptance and Vehicle Detection. Washington:2000, 80 p.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. **DOT HS 808 824.** Rear Cross-View Mirror Performance: Perception and Optical Measurements. Washington:1998, 95p.

NRMA INSURANCE **Reversing Visibility in Austrália.** Disponível em <<http://www.nrma.com.au/pub/nrma/motor/car-research/reversing-visibility/index.shtml>>. Acesso em abril de 2006

PEACOCK,B.; KARWONSKI,W. **Automotive Ergonomics.**British: Taylor and Francis, 1993. 485 p.

PEÑA, F.J.A. **Manual de carrocería de automóviles.** Madrid: Editorial Mapfre, 1998.

PETROFLEX. **Um pouco da história da borracha.** Disponível em <[www.petroflex.com.br/perfil\\_borracha.htm](http://www.petroflex.com.br/perfil_borracha.htm)>. Acesso em dezembro de 2005.

RAGHU, S.; HEIL, F.; SANTAMARINA, A. Windshield Spray Performance at High Vehicle Speeds. In: SAE International Congress & Exposition, 1999, Detroit, Michigan. **Vehicle**

**Aerodynamics and Wind Noise.** Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1999. 7p. (SAE Technical Paper Series, 99010803).

SAINT-GOBAIN SEKURIT, Sekurit Tech CD, Edição Techday, 2005. 1 CD-ROM

STATUS OF UNITED NATIONS REGULATION. **ECE 46:** Devices for Indirect Vision and of Motor Vehicles with Regard to the Installation of these Devices. Geneve, 2005.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. **SAE J1050** : Describing and Measuring the driver's field of view. Estados Unidos, 2003.

SHANAHAN , M.E.R. ; MICHEL, F. , *Physical adhesion of rubber to glass: cross-link density effects near equilibrium*, Paper.

TORREIRO, C.D. **Today's Driving Manual.** Quebec: Propulsion International Inc, 2004.

VASCONCELLOS, E.A. **Métodos para cálculo da capacidade de interseções semaforizadas.** São Paulo: Companhia Engenharia de Tráfego, 1978.

VOLVO CARS. **Equipaggiamenti di Sicurezza.** Disponível em [http://www.volvocars.it/models/c30/\\_offers/\\_storage/Equipaggiamenti\\_di\\_sicurezza.htm](http://www.volvocars.it/models/c30/_offers/_storage/Equipaggiamenti_di_sicurezza.htm)  
Acesso em outubro de 2006

**ANEXO A – GRÁFICOS DOS RESULTADOS DE VISIBILIDADE TRASEIRA**

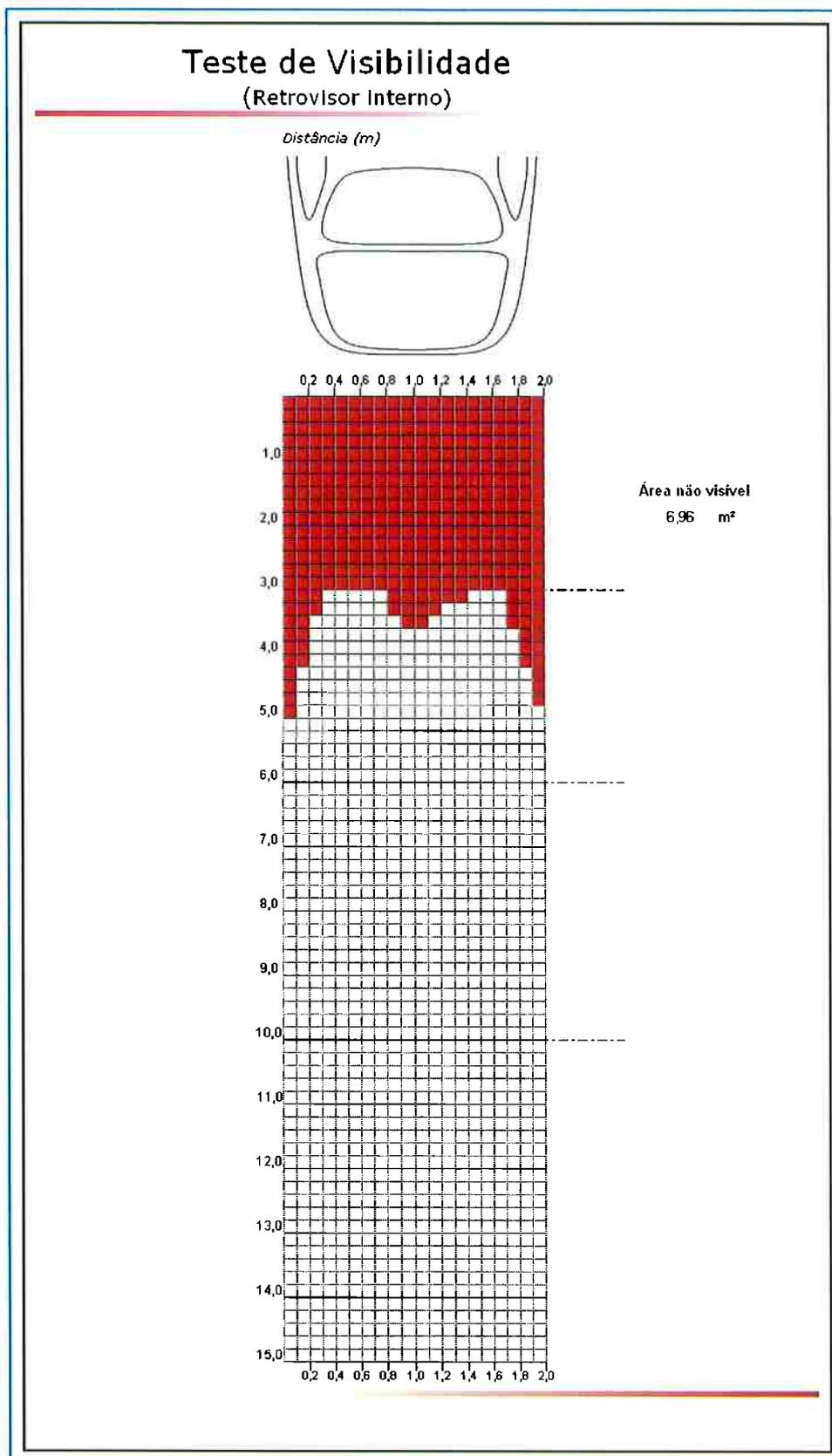


Gráfico 03: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Renault Clio.

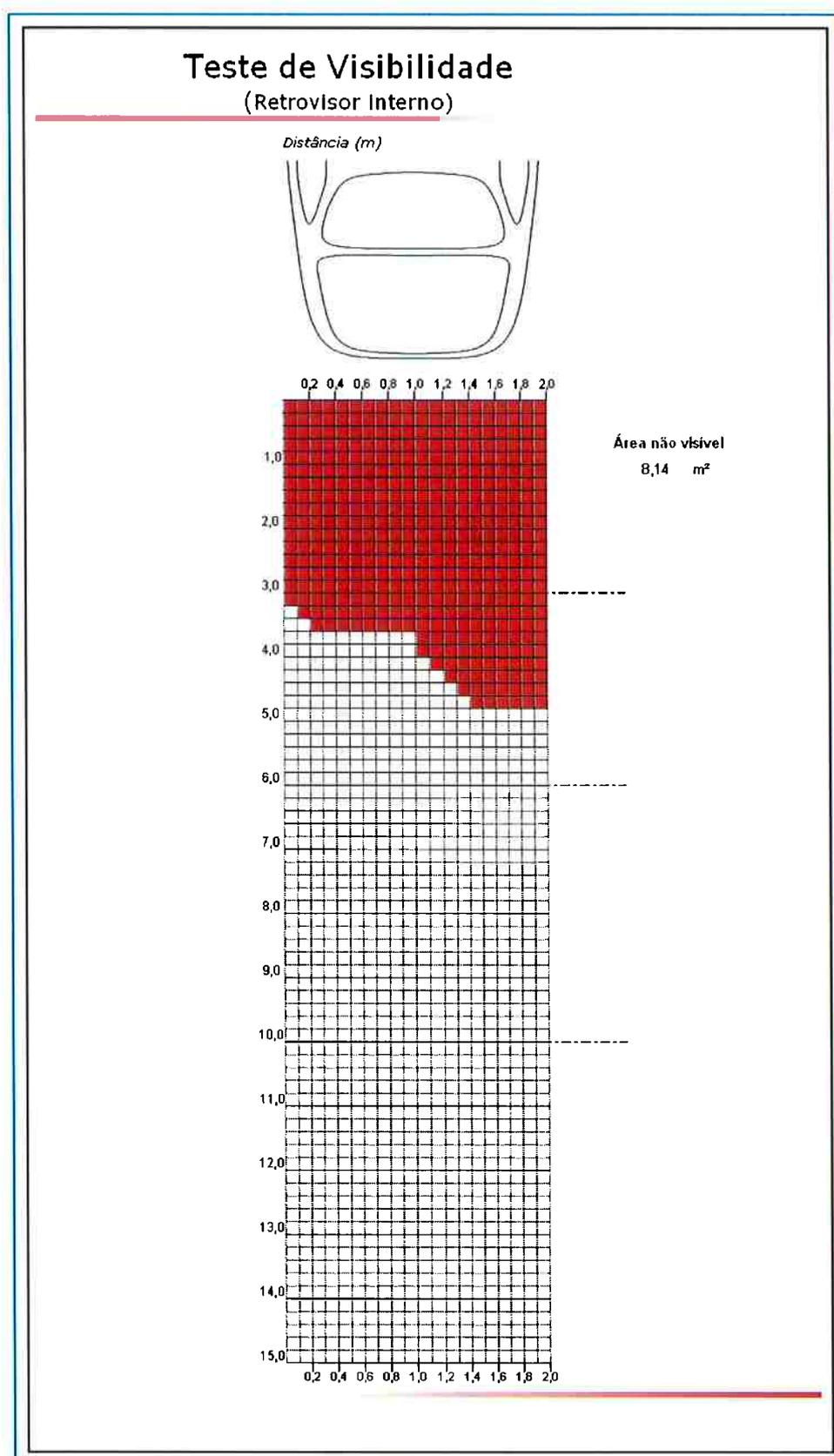


Gráfico 04: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Fiat Palio Fase III.

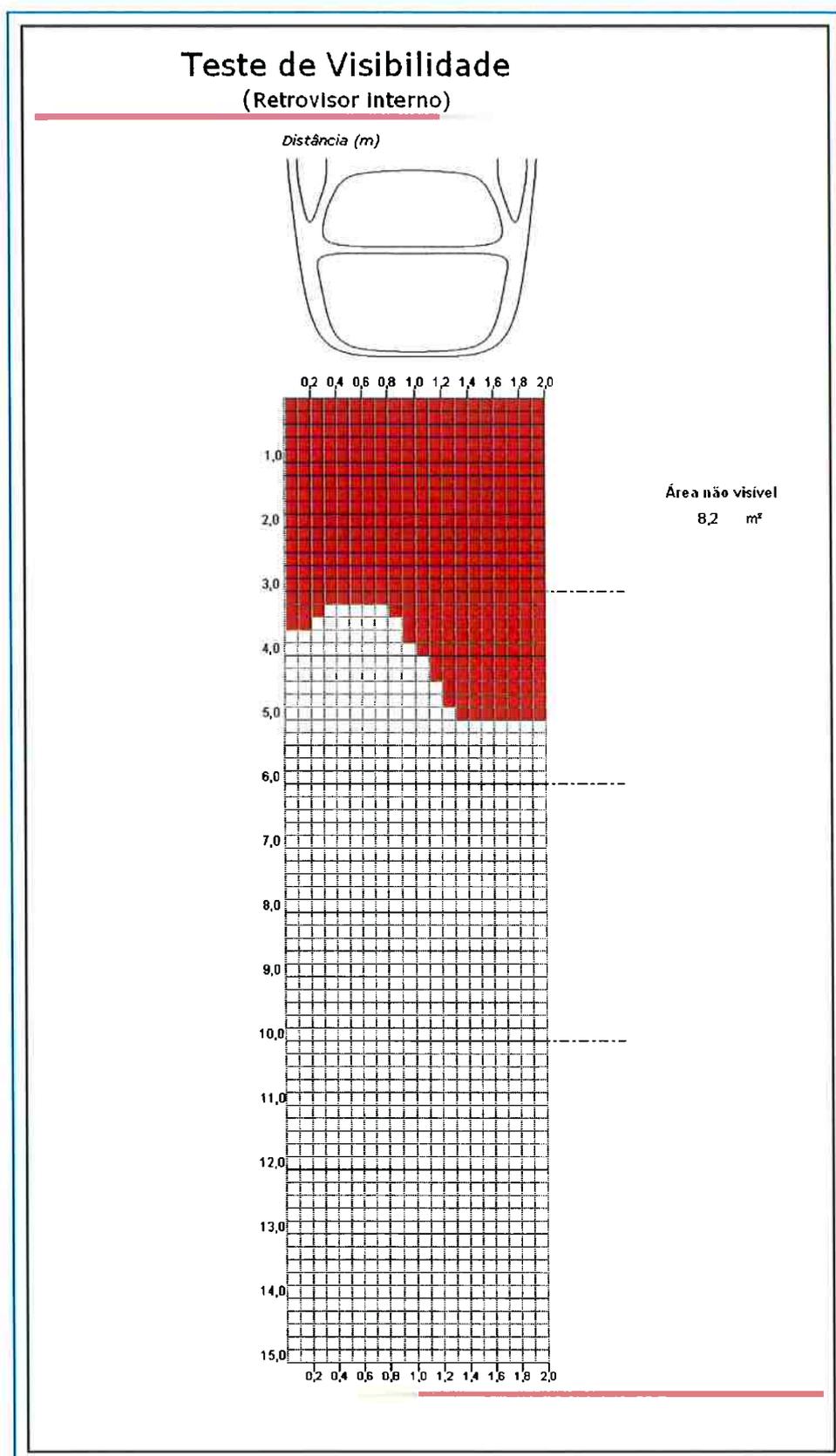


Gráfico 05: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Peugeot 206.

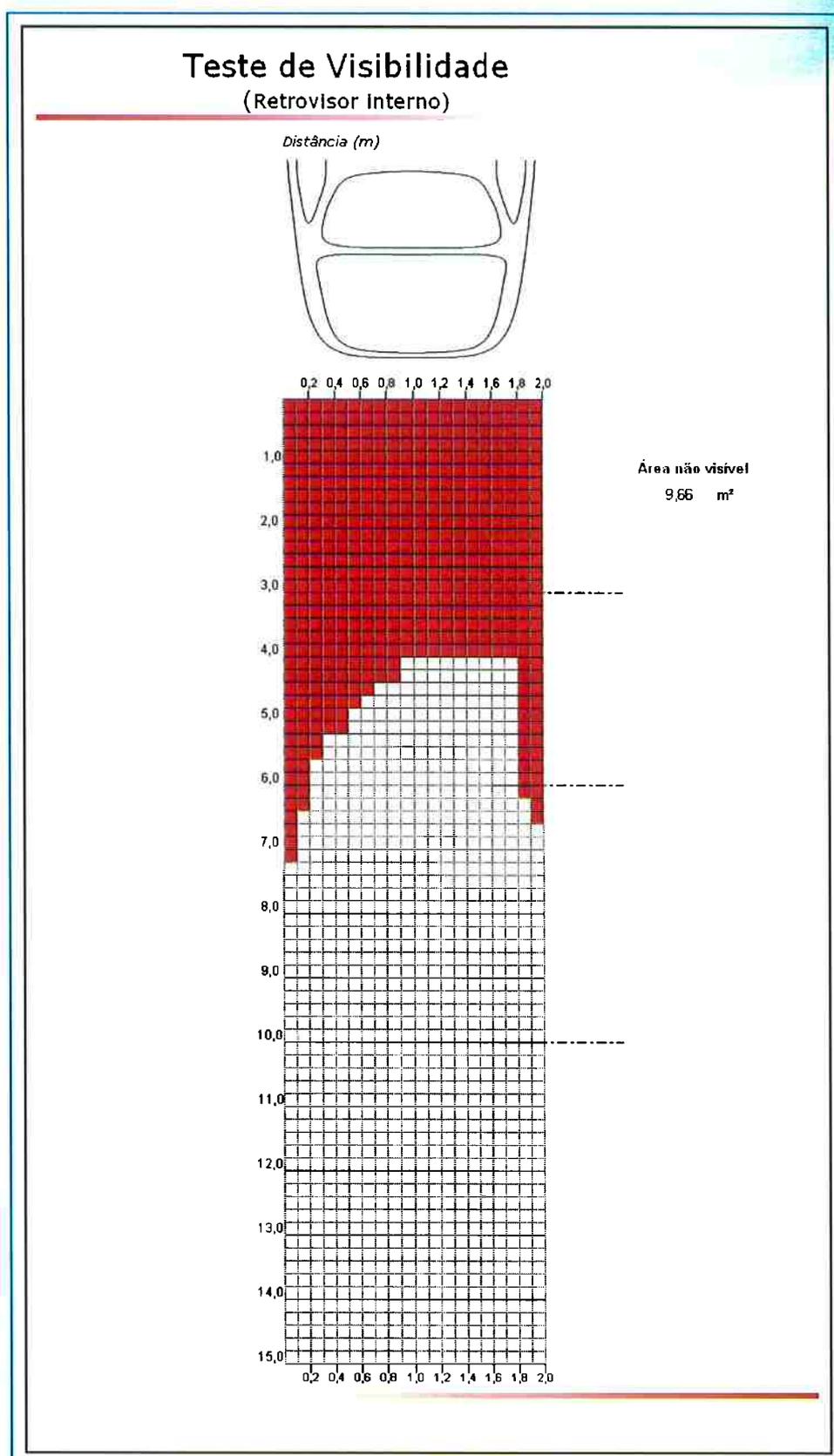


Gráfico 06: Representação da área de visibilidade traseira – veículo GM Corsa.

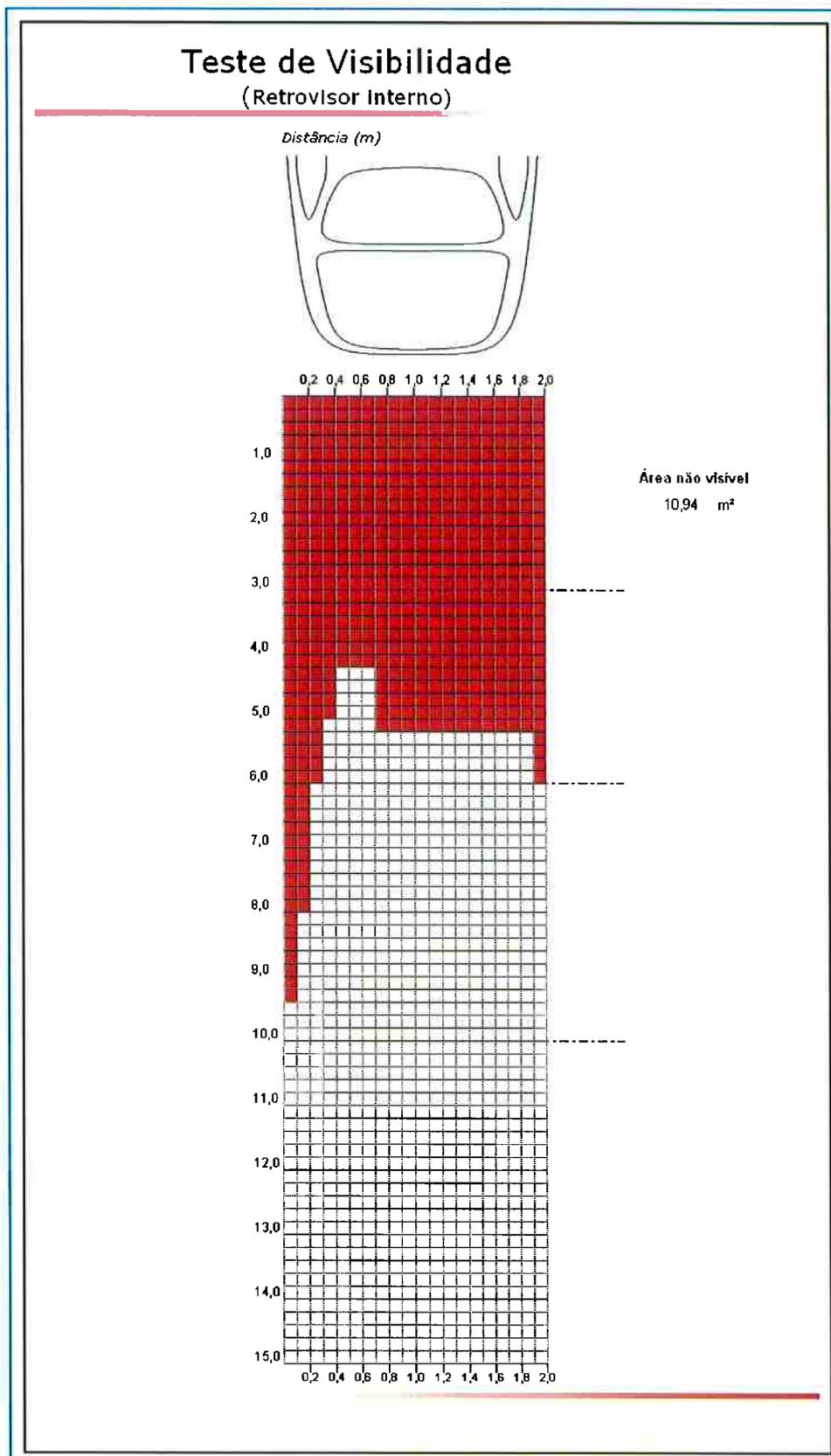


Gráfico 07: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Ford Fiesta.

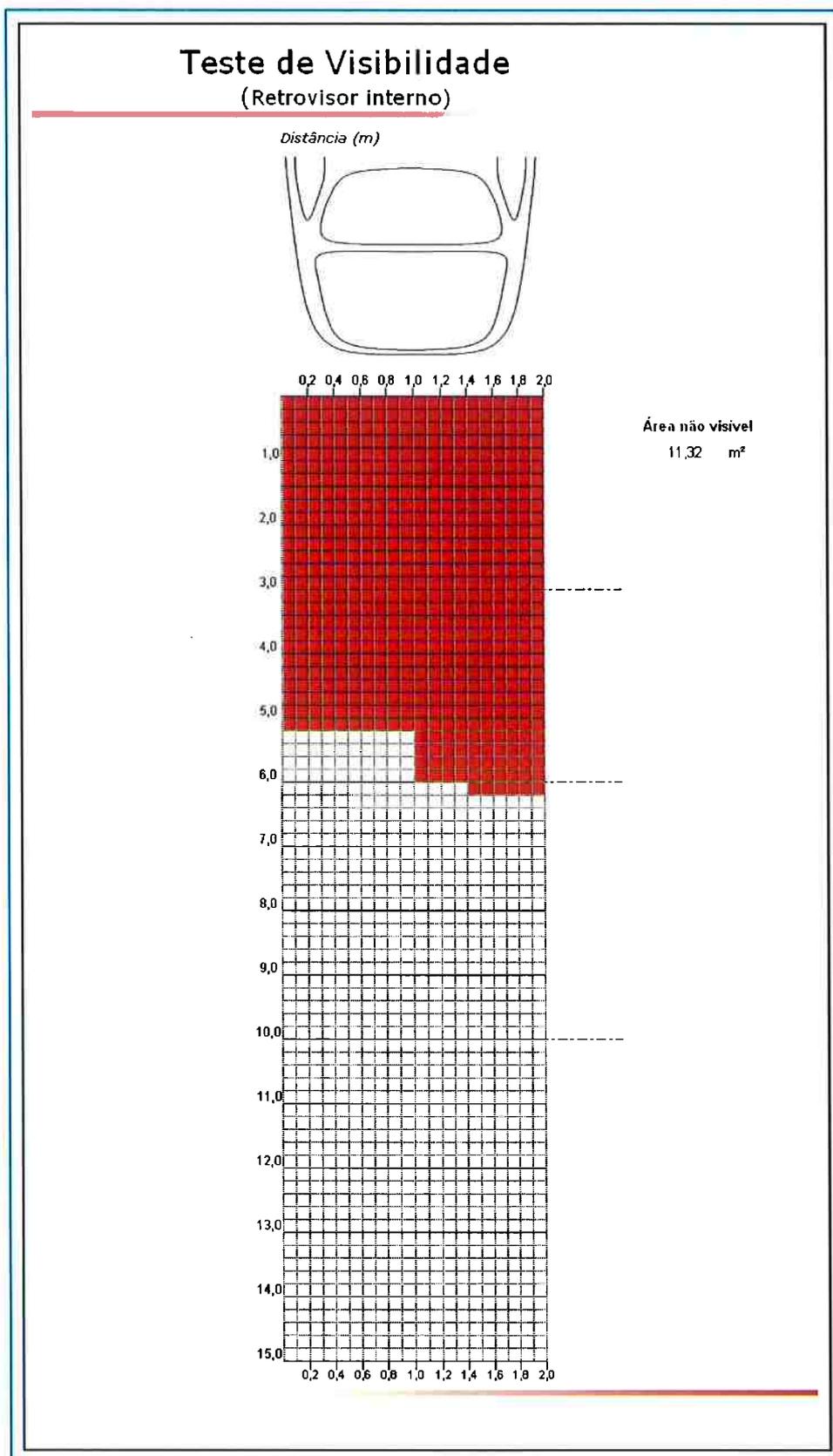


Gráfico 08: Representação da área de visibilidade traseira – veículo VW Gol G4.

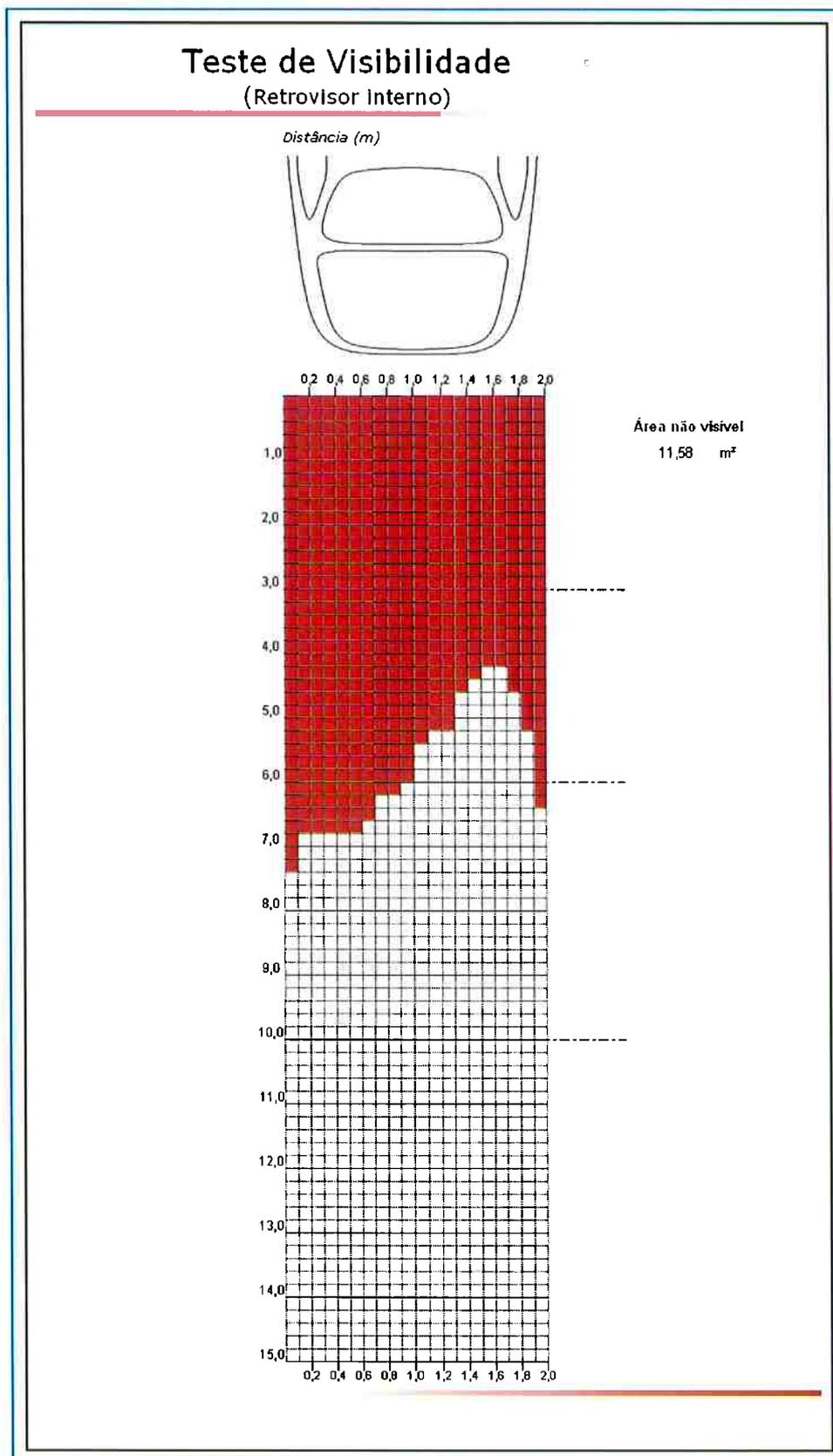


Gráfico 09: Representação da área de visibilidade traseira – veículo GM Celta.

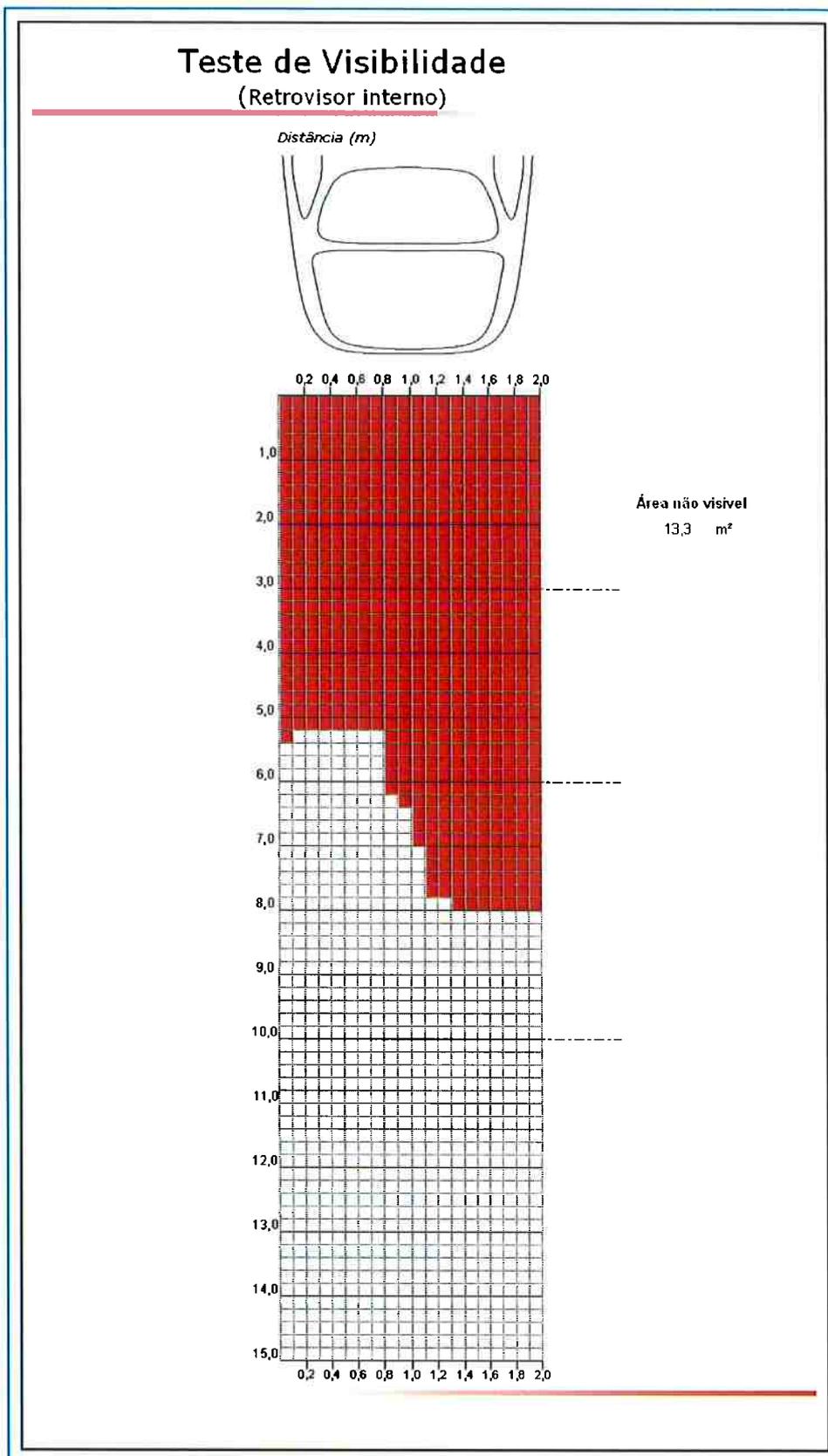


Gráfico 10: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Citroën C3.

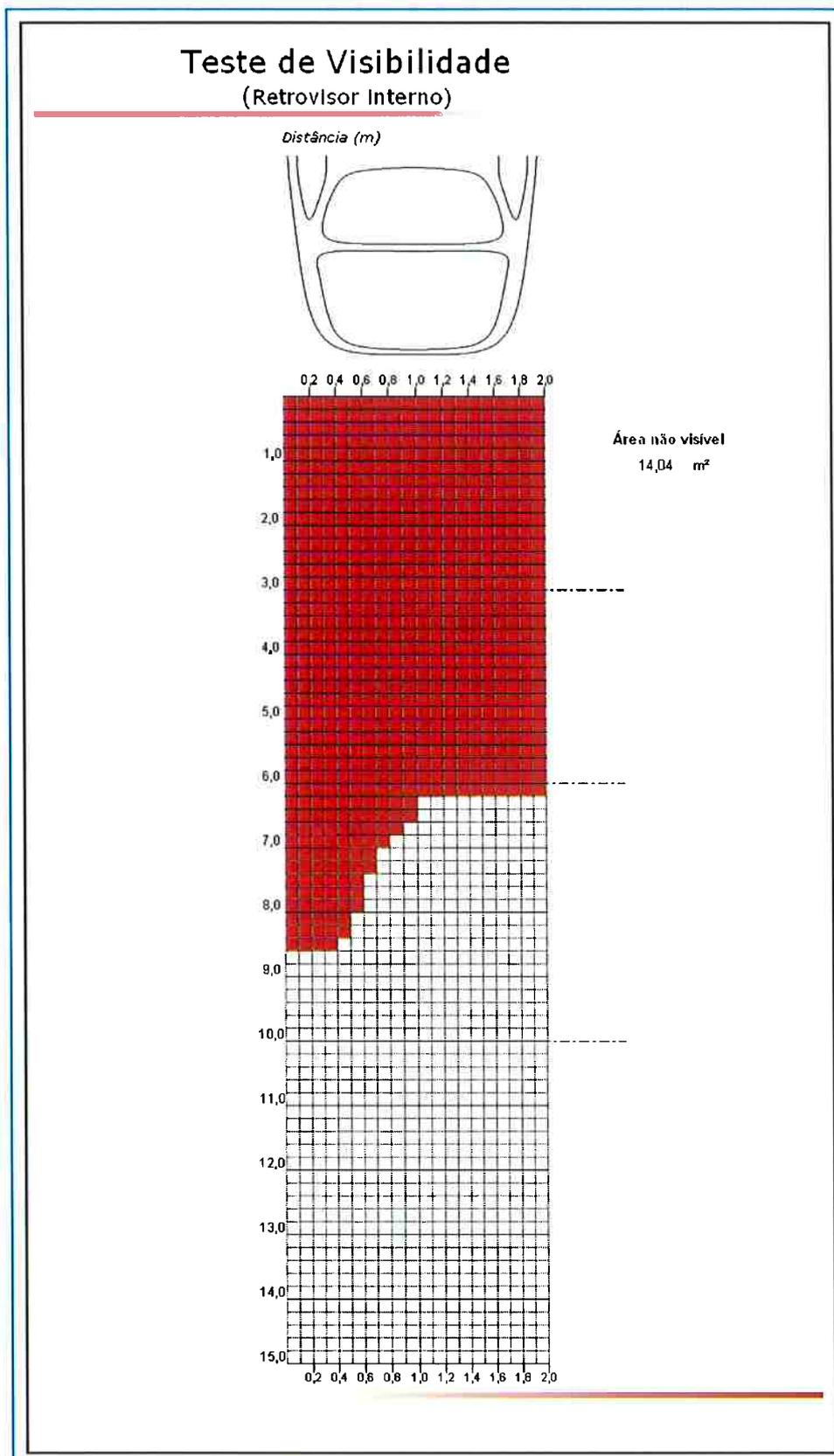


Gráfico 11: Representação da área de visibilidade traseira – veículo Ford KA.

**ANEXO B – GRÁFICOS DOS RESULTADOS DE VISIBILIDADE LATERAL.**

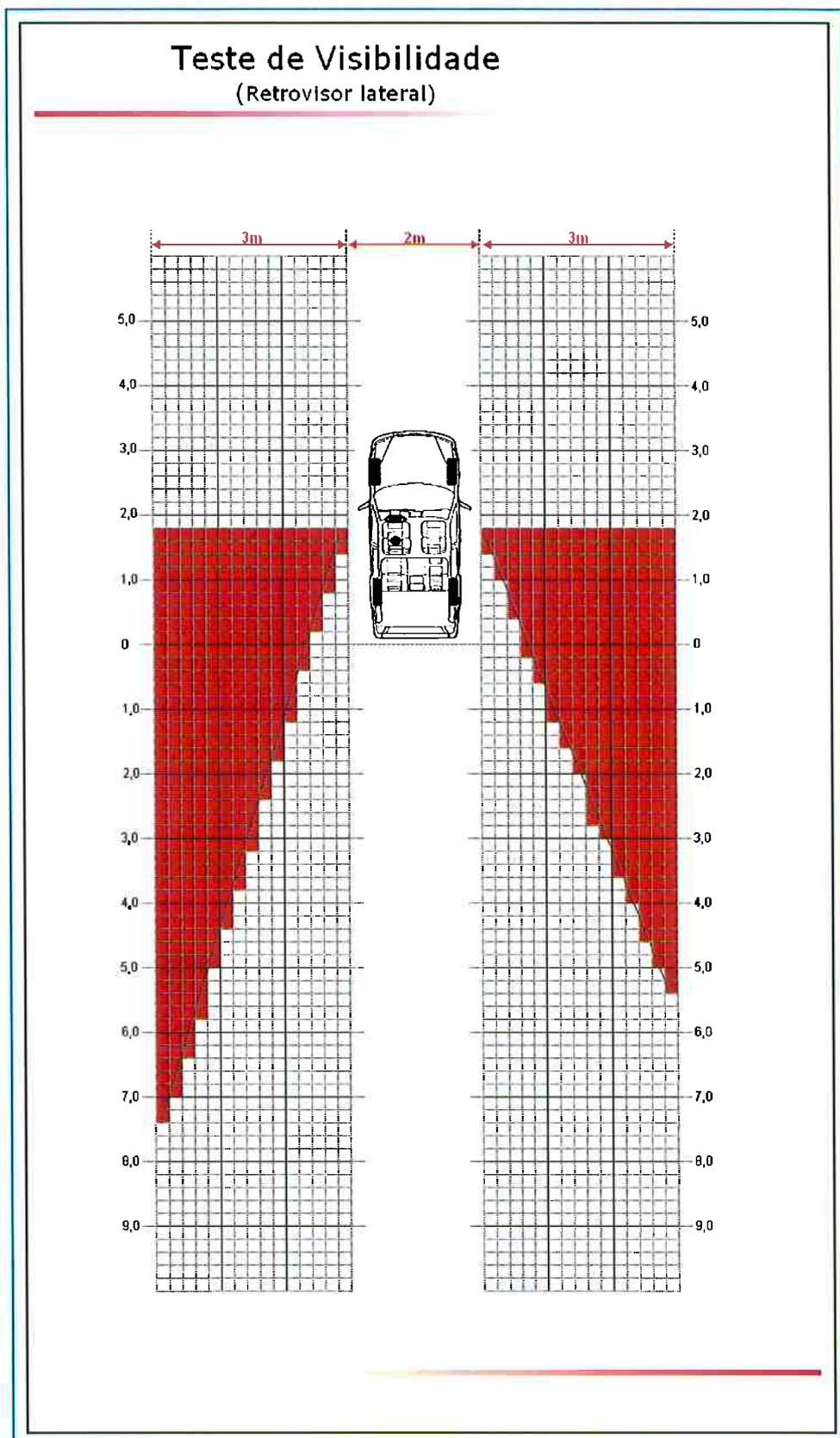


Gráfico 12: Representação da visibilidade lateral – veículo GM Celta.

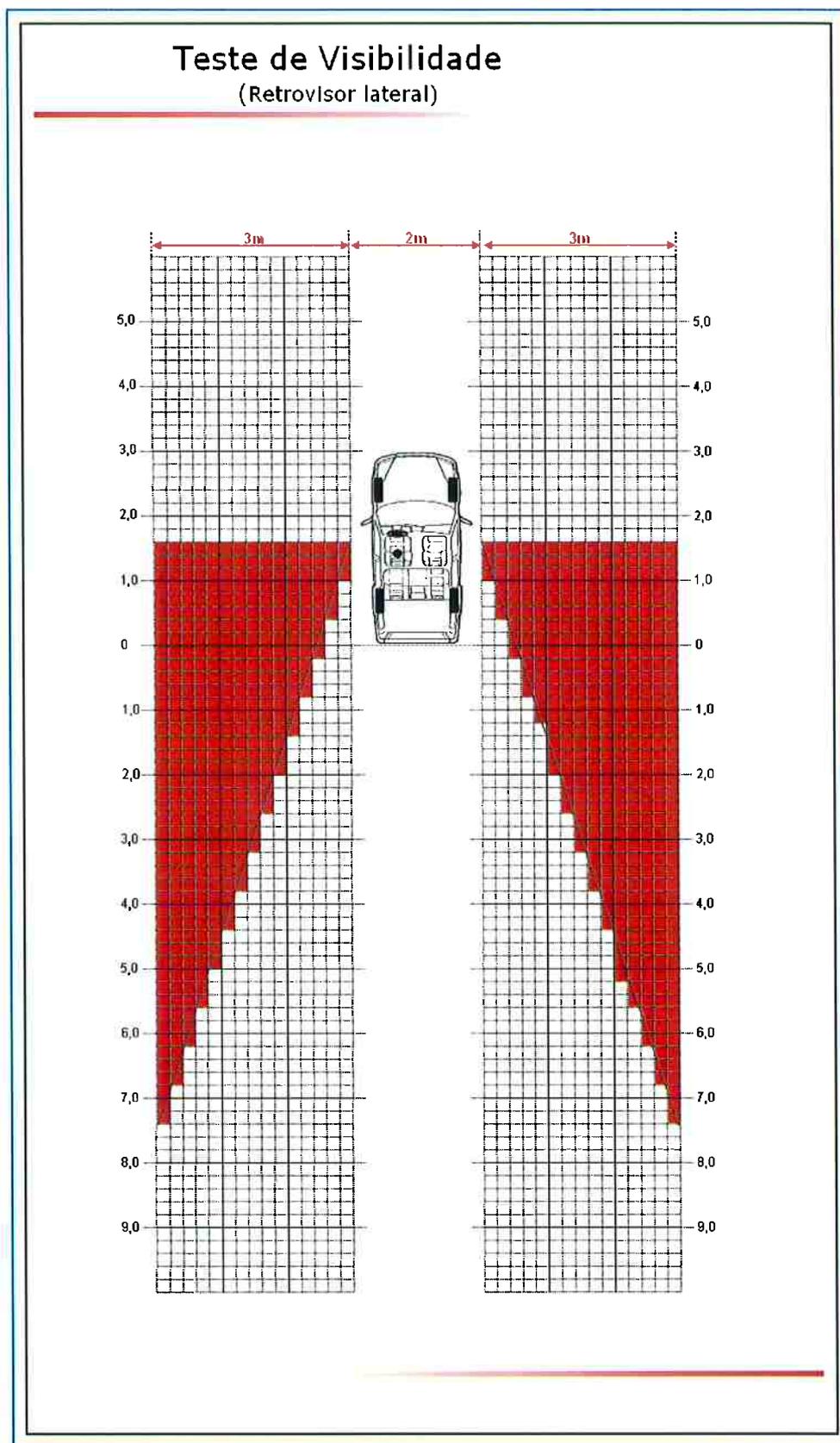


Gráfico 13: Representação da visibilidade lateral – veículo Ford KA.

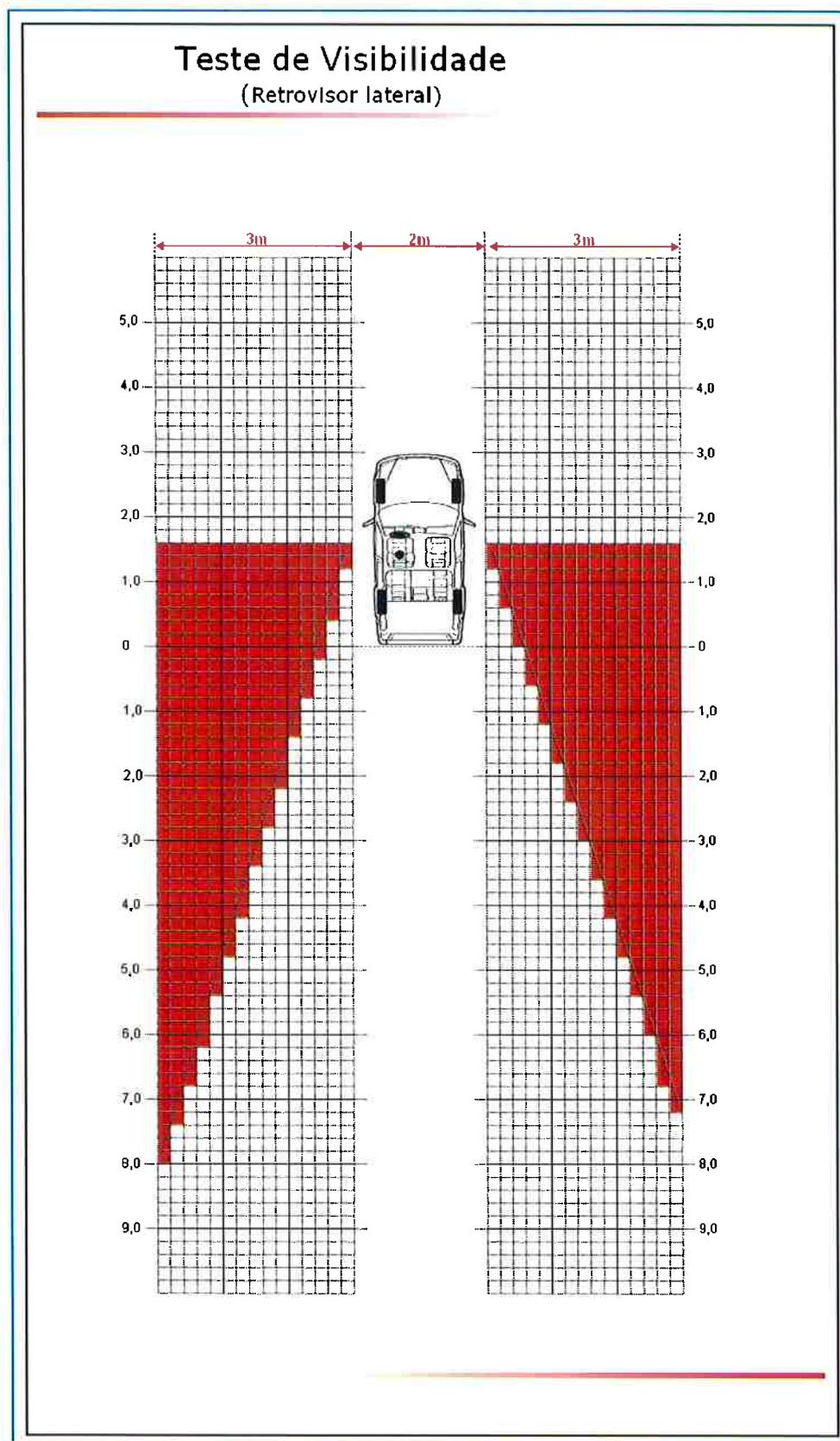


Gráfico 14: Representação da visibilidade lateral – veículo Fiat Palio Fase III.

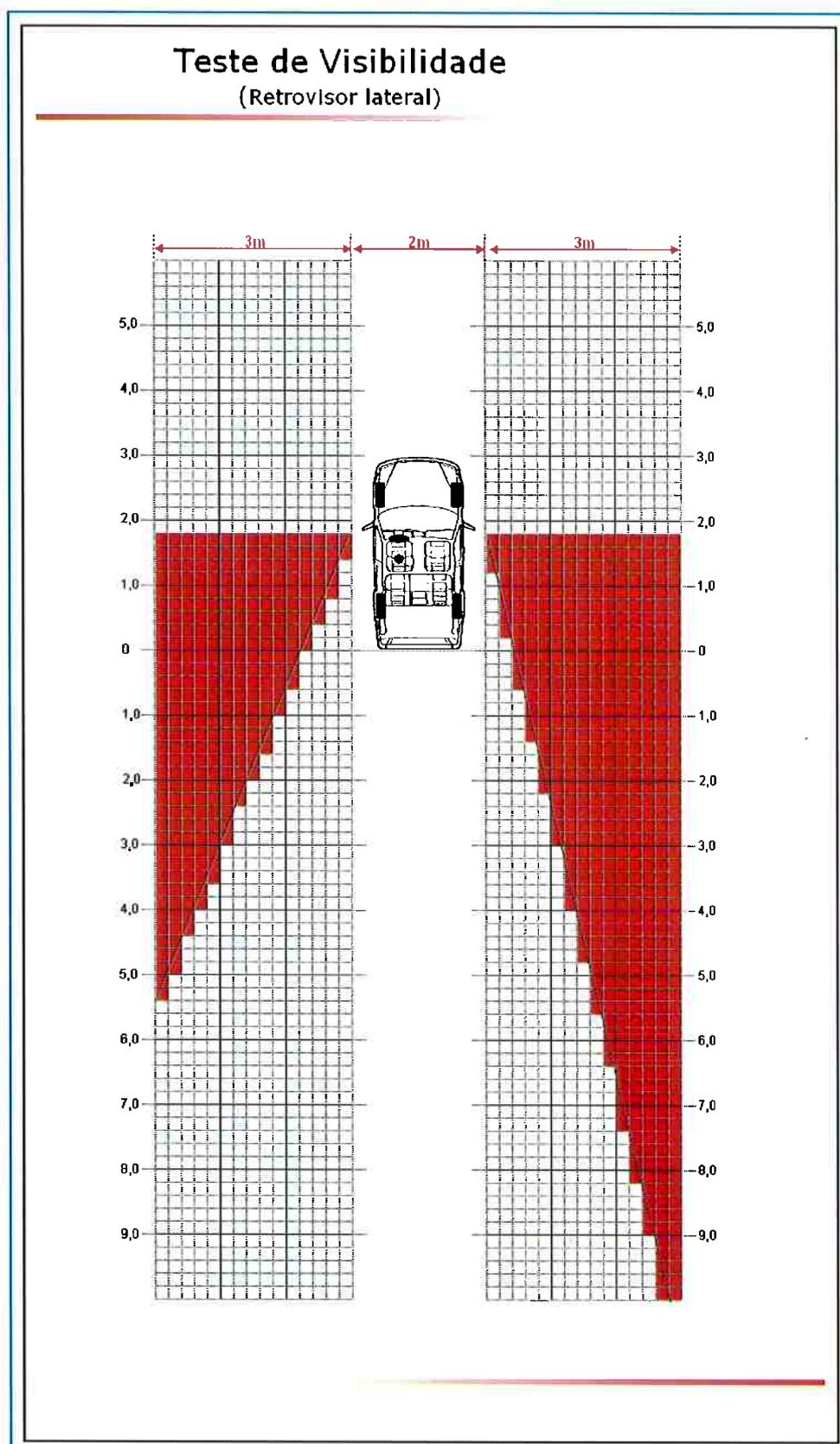


Gráfico 15: Representação da visibilidade lateral – veículo Citroën C3.

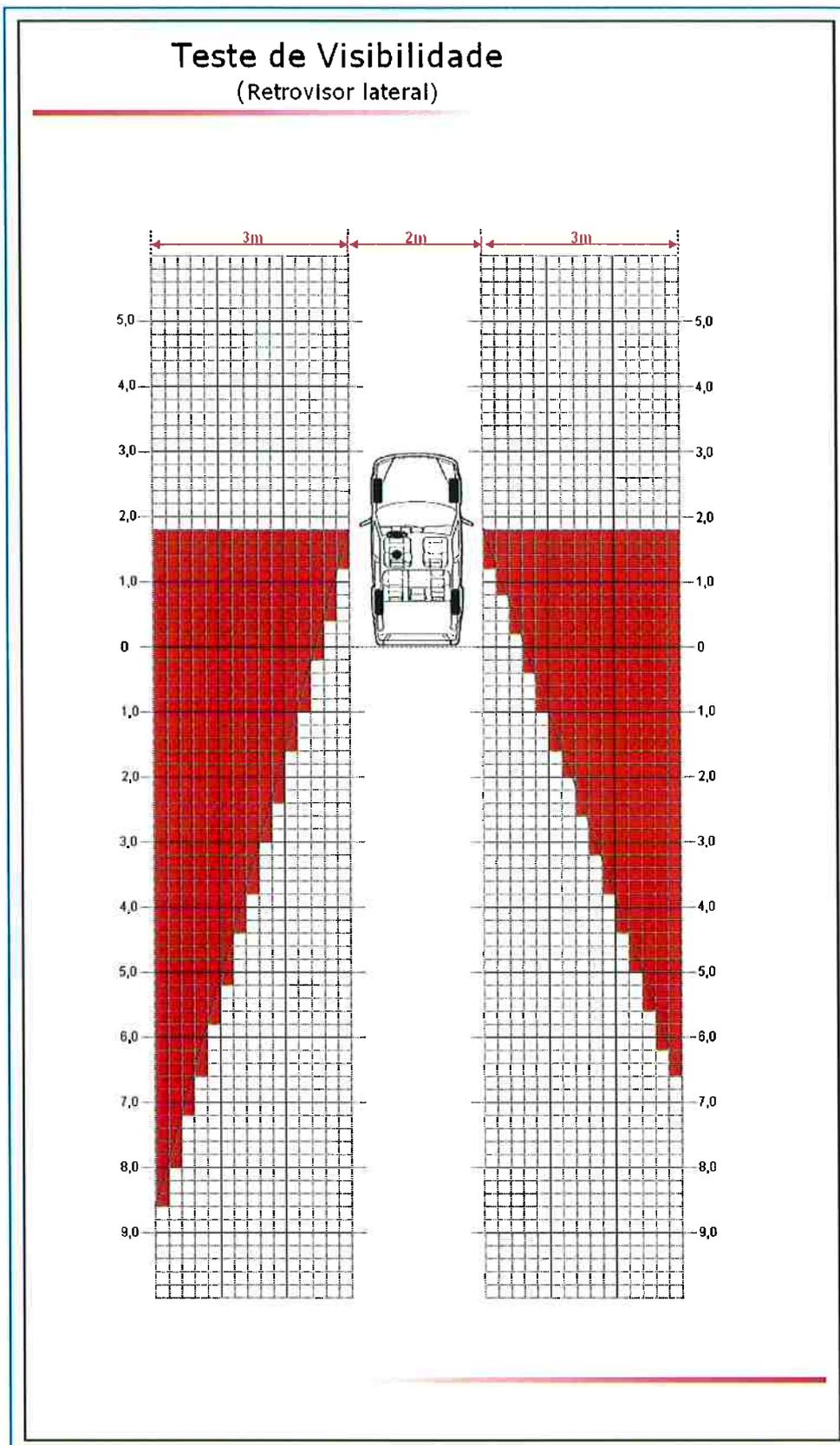


Gráfico 16: Representação da visibilidade lateral – veículo VW Fox.

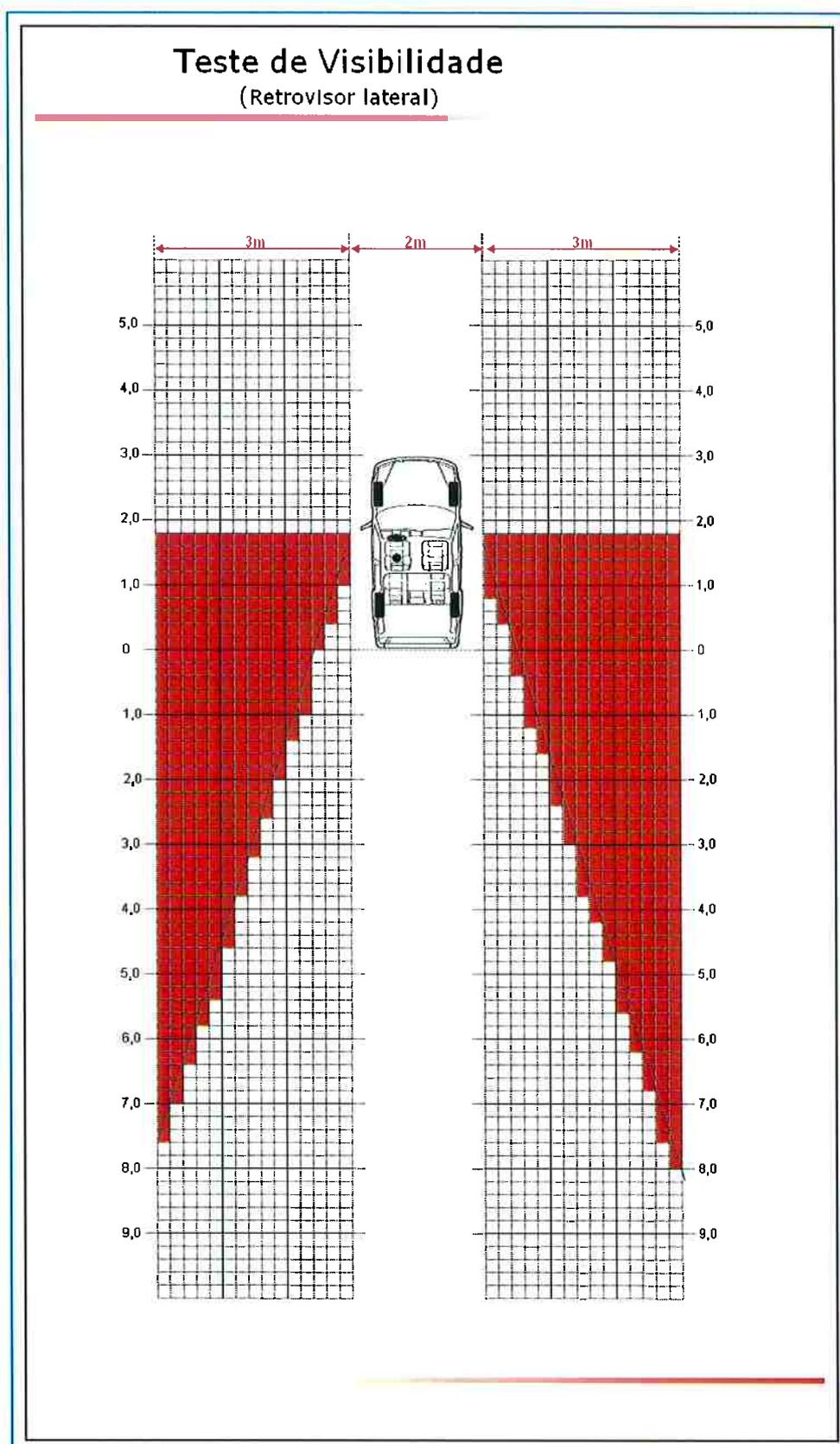


Gráfico 17: Representação da visibilidade lateral – veículo Renault Clio.

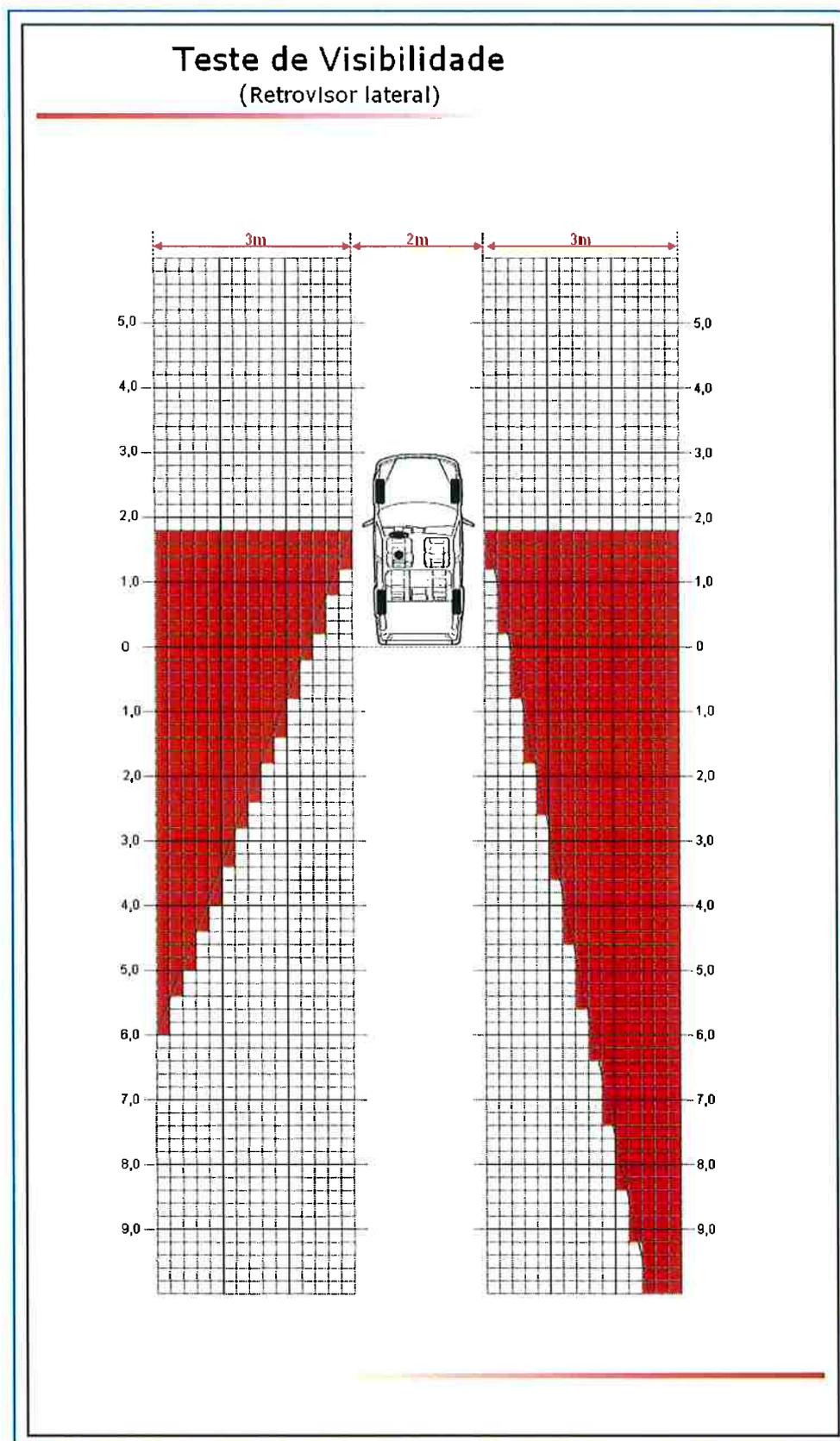


Gráfico 18: Representação da visibilidade lateral – veículo Peugeot 206.

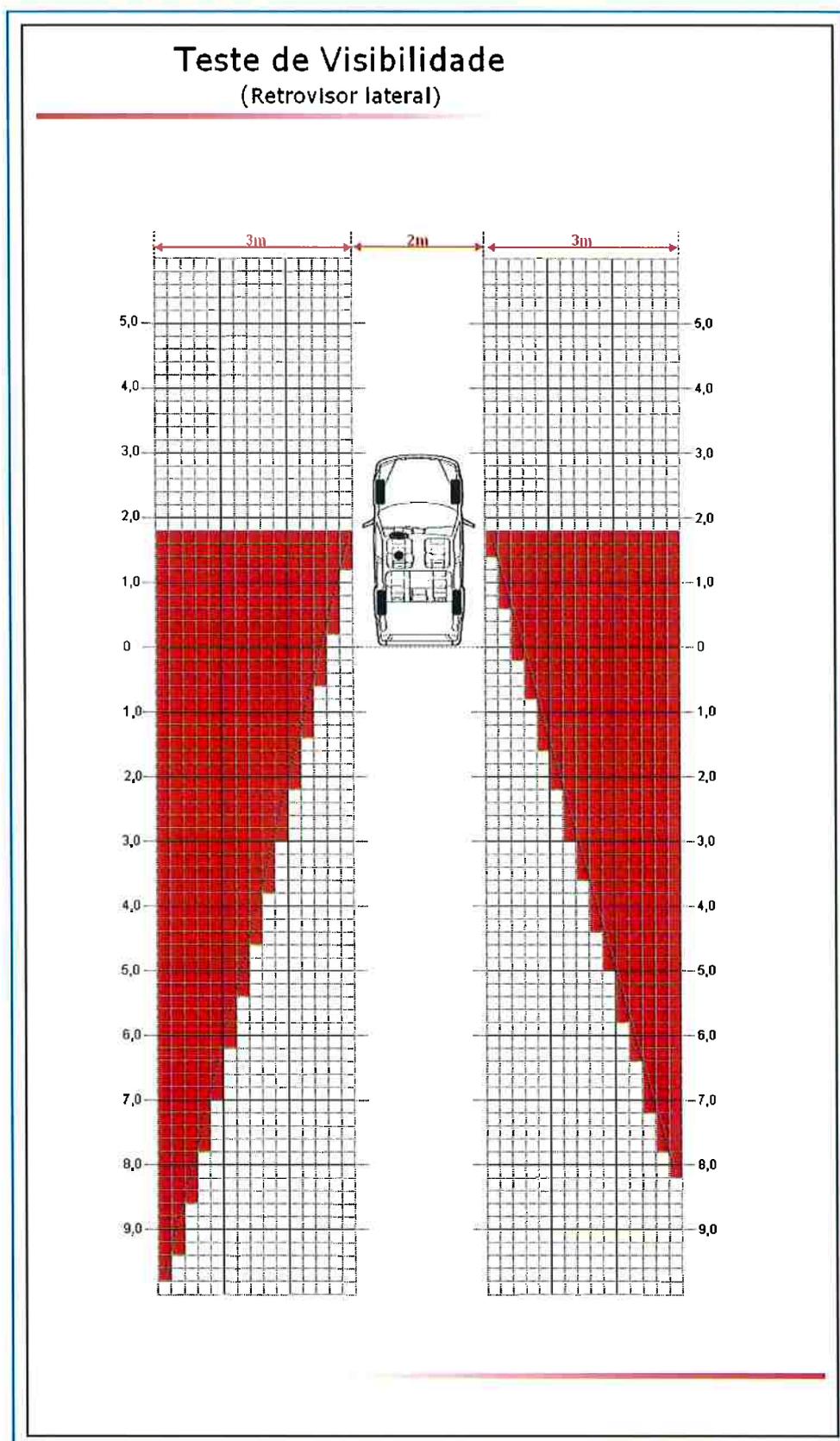


Gráfico 19: Representação da visibilidade lateral – veículo GM Corsa.

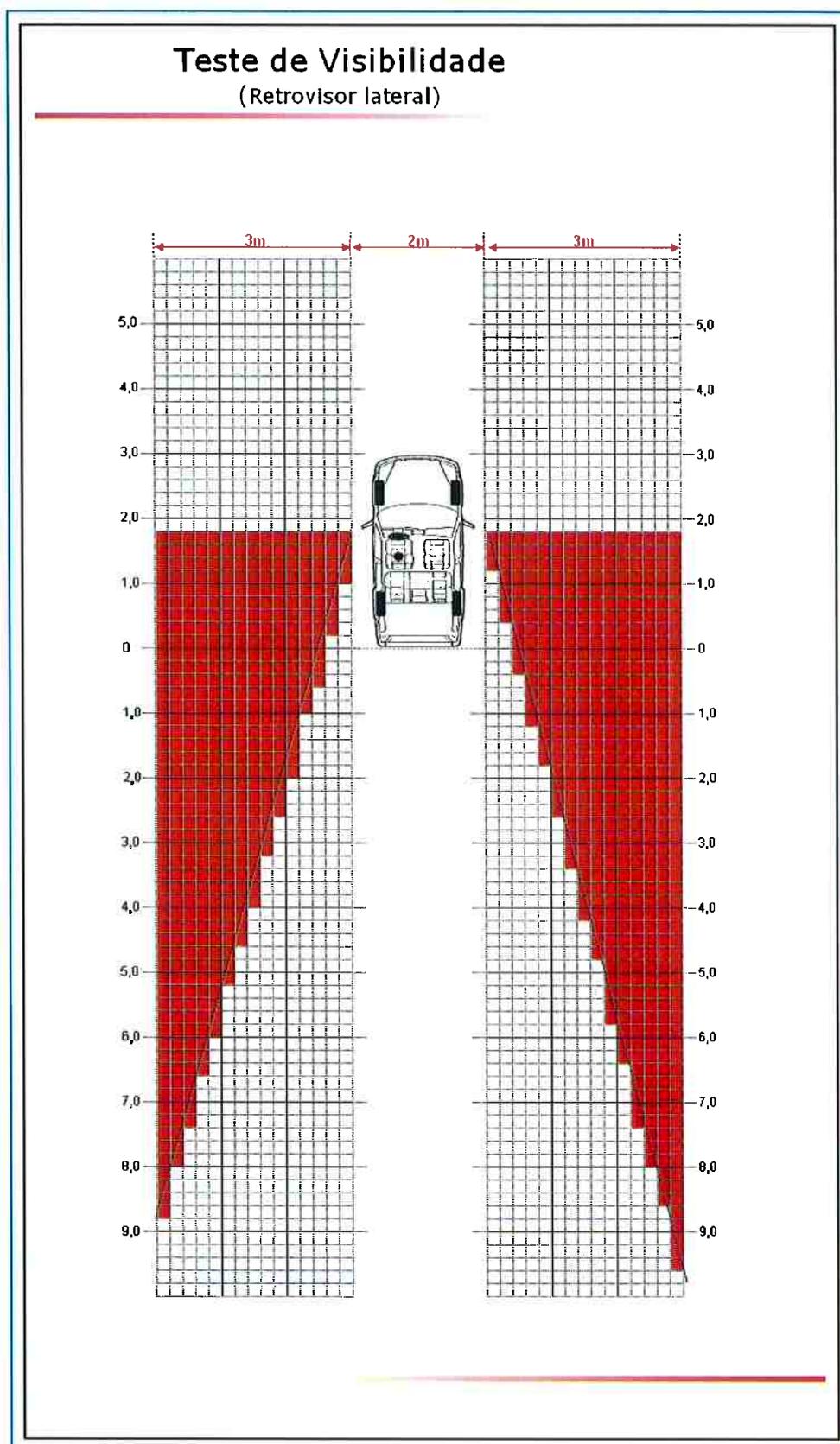


Gráfico 20: Representação da visibilidade lateral – veículo Ford Fiesta.

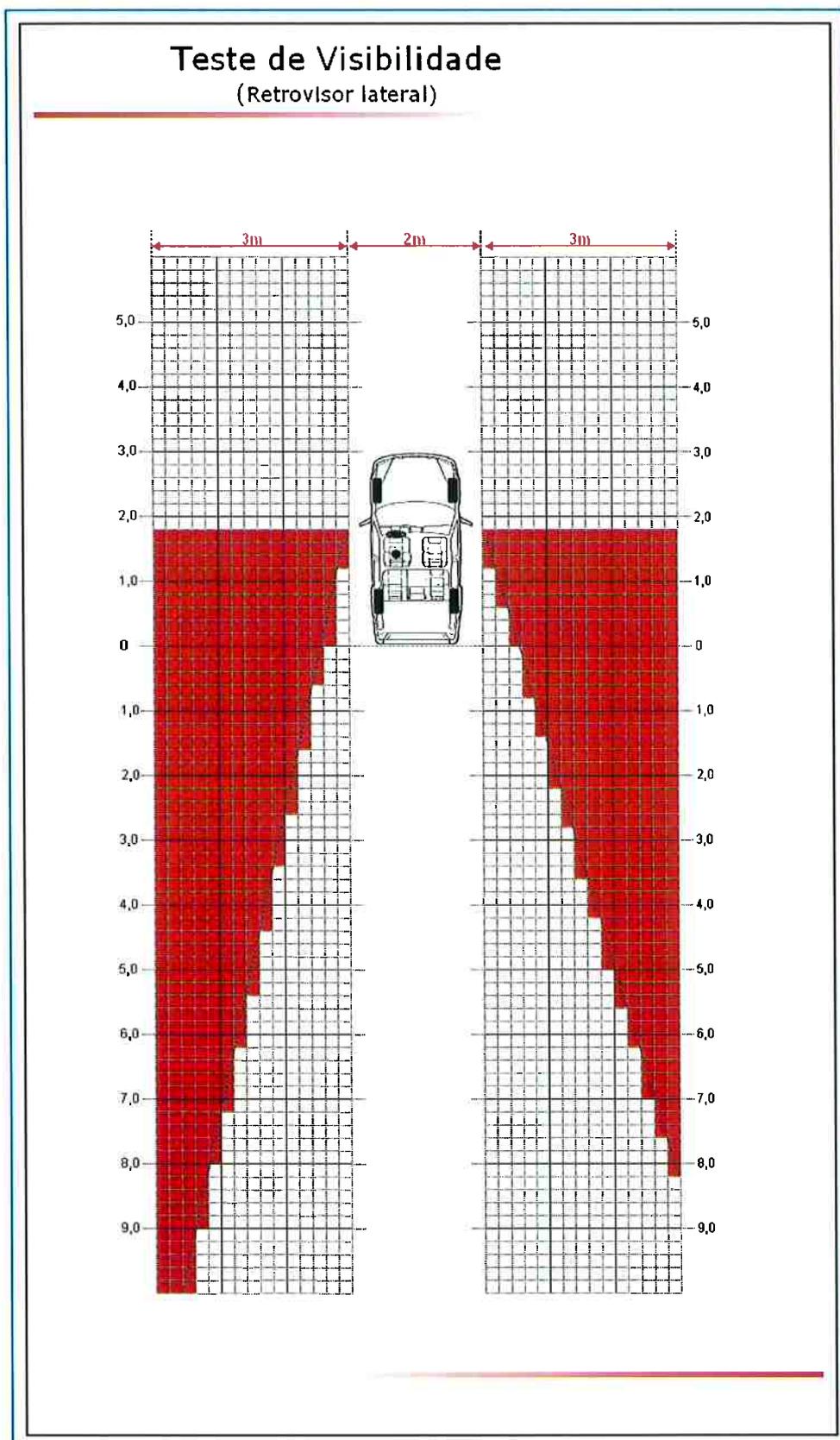


Gráfico 21: Representação da visibilidade lateral – veículo VW Gol G4.

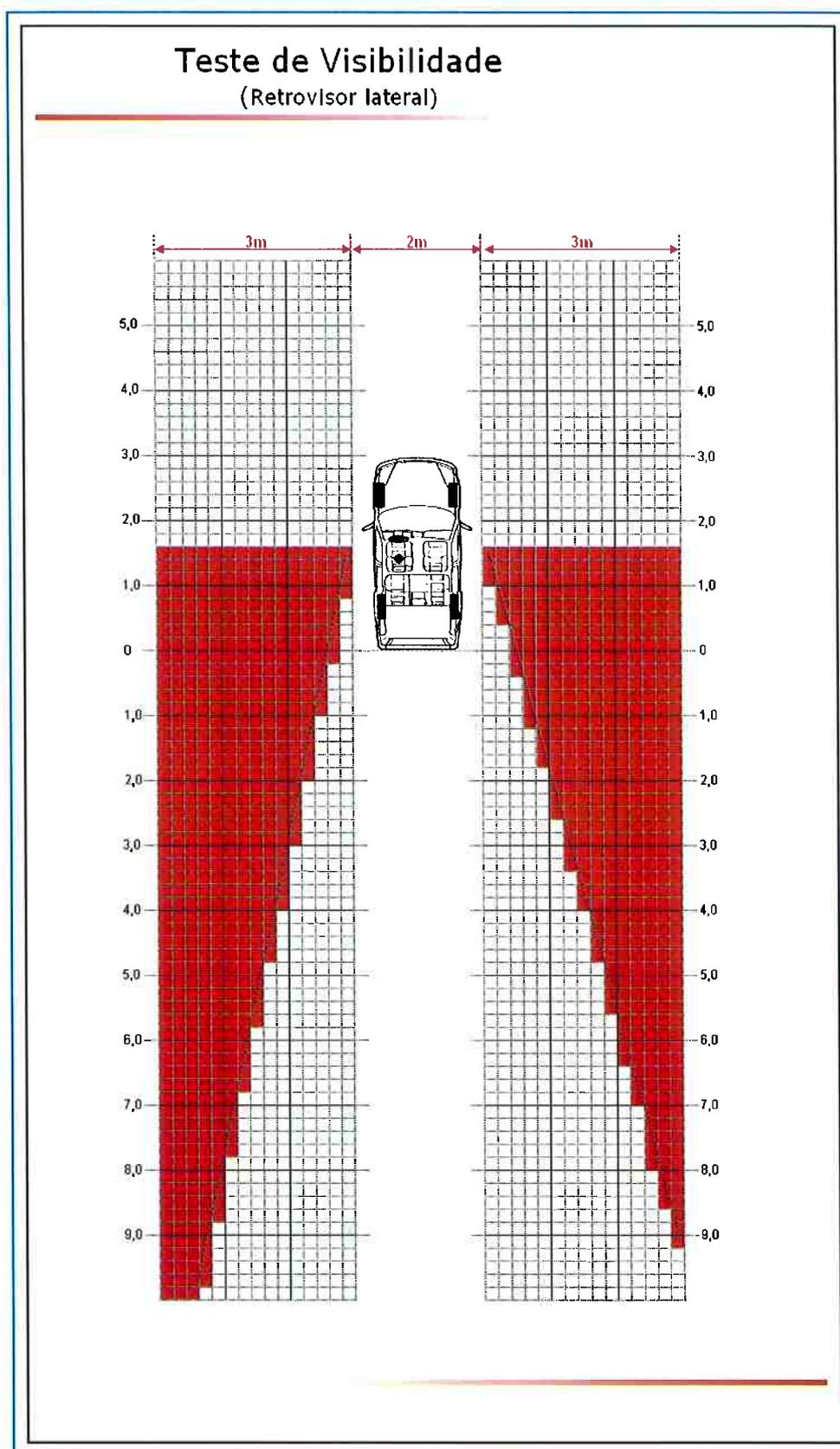


Gráfico 22: Representação da visibilidade lateral – veículo Fiat Uno.