

SP 12/03/82

NT 079/82

Métodos Para Avaliação de Velocidade

Eng.º José Ernesto Lima Gonçalves

Eng.º Humberto Moreira Pullin

A determinação de velocidade com que se deslocam os veículos é uma necessidade operacional tanto do engenheiro de tráfego como da fiscalização de trânsito. O problema surge da impossibilidade de se testar dentro de todos os veículos para ler-se a velocidade no seu velocímetro ou de se parar um veículo para se determinar a que velocidade ele vinha. A fiscalização precisa acompanhar a velocidade com que os veículos se deslocam, como forma de determinar se seus condutores se conformam ou não com os limites estabelecidos. A Engenharia precisa dos dados de velocidade para o projeto e avaliação de soluções para os problemas de trânsito.

Existem muitas técnicas para a avaliação da velocidade dos veículos, surgidas e aperfeiçoadas ao longo de muitos anos. Cada uma delas tem suas características positivas e negativas, seus custos, suas limitações. Mais que isto, cada uma tem suas aplicações. Com o intuito de fornecer informações que possam contribuir numa eventual decisão sobre que técnica escolher, coletamos e apresentamos um breve resumo comentado das várias alternativas.

As várias técnicas hoje existentes se agrupam de acordo com o método empregado na determinação da velocidade. Os quatro principais métodos existentes são:

- Baseado no velocímetro: utiliza este instrumento, que estabelece uma relação entre a velocidade angular de uma das rodas do veículo e a sua velocidade linear. Os equipamentos usados são mecânicos.
- Baseado em fotografias: utiliza o registro fotográfico de cenas subsequentes, separadas por um período de tempo conhecido, para estabelecer a relação entre a distância percorrida e o intervalo de tempo.
- Baseado na avaliação tempo/distância: usa, basicamente, a medida do tempo gasto para percorrer uma distância conhecida. Em alguns casos depende-se da atuação de operador humano, em outros não.
- Baseado no efeito Doppler: neste caso, o princípio básico do efeito Doppler é aplicado a emissões de radar (faixa de 10 GHz). São tomadas medidas de velocidade em um curtíssimo intervalo de tempo para cada veículo, por meio de equipamento eletrônico.

Como é possível observar nas tabelas resumo, a maior parte das técnicas aqui representadas mede velocidades instantâneas ou pontuais. Mesmo as técnicas que medem velocidade média podem ser empregadas para estimativas de velocidades instantâneas, pela redução do comprimento do trecho de observação.

Essa avaliação da velocidade desenvolvida pelos veículos pode ser usada para várias finalidades:

- Determinação das características operacionais dos vários tipos de modelos de veículos, em pesquisas levadas a efeito pelos fabricantes em institutos de pesquisas, ou pelos órgãos de trânsito;
- Regulamentação e controle operacional da via pública, pelo fornecimento de dados para o zoneamento de velocidades e outros estudos;

- A análise de acidentes, pela determinação da velocidade real praticada em certos trechos do sistema viário;
- Avaliação de projetos e intervenções operacionais, com estudos comparativos antes e depois;
- Como parâmetro para projetos geométricos;
- Determinação de níveis separados de velocidade para cálculo de velocidade;
- Determinação da velocidade de possíveis infratores, para a atuação por excesso de velocidade;
- Cálculo de custos operacionais na análise econômica de investimentos no sistema viário.

A seguir são resumidas as principais técnicas usadas em cada método de avaliação de velocidade. São estabelecidos parâmetros de comparação e são feitos comentários a respeito da adequação e uso de cada uma das técnicas. Nota-se claramente que algumas técnicas têm emprego mais evidente na fiscalização de trânsito, seja pela precisão de leitura, seja pela preocupação com a identificação do veículo.

Outras são obviamente inadequadas para esta finalidade, já que não têm precisão suficiente e/ou não permitem a identificação do veículo sob observação. São adequadas, no entanto, para os estudos de Engenharia de Tráfego.

As Principais Técnicas de Cada Método

Para cada método de determinação de velocidade as principais técnicas são:

Métodos que Empregam Velocímetro

O velocímetro é um instrumento conveniente para a mediação de velocidade, já que é equipamento obrigatório em todos os veículos e que pode ter seu erro facilmente determinado. Para uso policial, os velocímetros das viaturas têm precisão muito maior que o normal e apresentam painel com escala gradual com divisões menores.

- Pacing - consiste em simplesmente seguir um veículo com a viatura e, conseqüentemente, determinar a velocidade pelo seu velocímetro. O método permite a determinação da velocidade do veículo sob observação, além de permitir saber se ele está trafegando acima de certo limite.
- Tracking - essa técnica consiste em percorrer uma via com uma viatura, a velocidade constante.

Todo veículo que ultrapassar a viatura estará com velocidade superior à permitida. O método permite apenas que se determine se o veículo sob observação está ou não acima de determinada velocidade.

Enquanto o pacing é técnica perigosa por dar origem a perseguições em alta velocidade, o tracking tem a perigosa característica de empacotar o trânsito nas vias de trânsito rápido, já que os motoristas evitam ultrapassar o veículo da patrulha. Por esta razão, em certos estados a Polícia Rodoviária proíbe que suas viaturas trafeguem a 80 Km/h.

No caso desta técnica ser usada, recomenda-se usar uma viatura não identificada, quer a finalidade seja técnica, quer seja de fiscalização.

- Tacógrafo - é um aparelho acoplado ao velocímetro, que trabalha registrando graficamente, continuamente, a velocidade do veículo ao longo do tempo. Fornece dados para a avaliação de velocidade máxima, velocidade média, relação tempo parado/tempo andando, etc. É muito usado na fiscalização interna e externa de frotas de transporte de passageiros e carga.
- Usualmente o registro da velocidade é feito sobre um disco de cartão, que gira lentamente à medida que o tempo passa. Uma marca contínua é feita por uma pena que se desloca radialmente e a leitura do traçado pode ser feita com o recurso de lupas.

Método Fotográfico

O método fotográfico baseia-se na avaliação da distância percorrida pelo veículo num dado intervalo de tempo. A distância percorrida é medida pela comparação da posição do veículo em fotografias sucessivas, tomadas a intervalos de tempo conhecidos. A diferença básica entre as duas técnicas a seguir refere-se ao ponto de vista de que são tomadas as fotografias.

- Registro Fotográfico - consiste em uma câmara fotográfica fixada em um tripé, localizada a margem da via. Como em qualquer aplicação do método fotográfico, não permite a determinação rápida da velocidade dos veículos observados, já que exige tempo para recolhimento, transporte, processamento e interpretação do filme. É adequado para estudo de engenharia e para a autuação de infrações por velocidade, com interpretação no escritório.

Neste segundo caso, a máquina fotográfica deve ser posicionada de modo a captar o número da placa do veículo observado.

- Aerofoto - fotografias aéreas sucessivas também podem ser usadas para estudos de velocidade média. Por causa do ponto de vista de que são tomadas, essas fotografias não servem para a fiscalização de trânsito, já que não permitem, de um modo geral, a identificação dos infratores.
- Método dos Fatores Tempo/Distância - baseia-se na avaliação do tempo gasto para percorrer uma distância conhecida, a fim de que seja calculada a relação distância/tempo e, conseqüentemente, a velocidade do veículo. A distância conhecida pode ser a que separa dois dispositivos de acionamento de um cronômetro ou a que existe entre dois pontos de referência na observação do veículo, como é o caso das técnicas que empregam o cronômetro e Vascar.

Destas técnicas, a mais usada no Brasil é a do cronômetro a longa distância.

- Cronômetro a curta distância - consiste em determinar o tempo de percurso de um veículo entre 2 pontos de distância conhecida (por exemplo, 100 metros). É técnica de pequena precisão, já que a participação de erros devidos ao operador é grande e aleatória. Somente deve ser usado para verificação e estimativa de velocidades médias que não necessitam ser precisas.
- Cronômetro a longa distância - procedimento como na técnica anterior; apenas o observador não precisa estar próximo do local de observação e a distância entre os dois pontos pode ser maior, (por exemplo 1000 metros).

O resultado da medição é muito mais preciso que o obtido pelo procedimento anterior, sendo freqüentemente empregado pela Polícia Rodoviária brasileira na fiscalização de velocidade.

Nos Estados Unidos, tem sido usado o avião como meio de conseguir observações de veículos nas vias de trânsito rápido. O tempo necessário para que um veículo cubra a distância entre duas marcas no chão é cronometrado de dentro do avião, sem que o motorista perceba. São conhecidos, também, alguns casos de emprego de helicóptero, mas um ou outro caso, o custo operacional do esquema é elevado e o grande valor de seu emprego é propagandístico.

Cronômetro Pneumático

Neste caso, o acionamento do cronômetro se faz por meio de tubos de borracha colocados transversalmente à via, separados por distância conhecida. A passagem das rodas dos veículos sobre os tubos provoca o acionamento ou o travamento do cronômetro; o que permite determinar o tempo gasto para que seja percorrida a distância conhecida. A utilização desta técnica exige experiência do operador para o tratamento de situações como veículos com mais de 2 eixos, veículos trafegando lado a lado, pelotões, etc. Podem ser usados outros meios de detecção de veículos para o acionamento do cronômetro: detetores por ultra-som, indução, fotoelétricos, etc.

O cronômetro pneumático mais famoso é o Speed-Guard, fabricado na África do Sul. Utiliza dois tubos de borracha instalados transversalmente às faixas de tráfego nas quais se quer medir a velocidade dos veículos. Esses tubos têm 7mm de diâmetro, são fabricados em dois tons de cinza para se confundirem visualmente com o pavimento durante o dia e à noite e devem ser instalados com distância de 2,5m um do outro. Como o controlador pode ser instalado até 200m de distância do ponto onde estão os tubos pneumáticos, o esquema de fiscalização pode ser operado por uma só pessoa. De acordo com os fabricantes, os tubos resistem à passagem de mais de 10 mil veículos.

Controlador Fotográfico

Esta técnica emprega uma câmara fotográfica acionada quando o veículo excede determinada velocidade. A detecção pode ser pneumática, magnética, foto elétrica ou por ultra-som e a câmara fotográfica é instalada de modo a ser possível coletar as informações necessárias para a identificação do veículo.

Este sistema é muito empregado na Europa, com um detetor eletromagnético de fabricação inglesa. O Meter Model 4 da Truvelo utiliza dois cabos coaxiais de microfone instalados sobre ou sob o pavimento e separados de 1,5m, para perceber a passagem de veículos por variação na indução magnética. O aparelho detecta a velocidade dos veículos, compara a observação com um limite pré-fixado e, constatado o excesso de velocidade, aciona o sistema fotográfico. Muito freqüentemente, o sistema o fotográfico é dotado de flash para a operação noturna. Deve ser mencionado que, com o uso deste aparelho e de alguns outros detetores, obtém-se, como subproduto, dados para a contagem de volumes, determinação de distância entre eixos, distância entre veículos e comprimento dos veículos.

Quando o cabo coaxial é instalado sobre o pavimento, tem vida útil superior a 150 mil veículos e, quando é enterrado, sua durabilidade é praticamente ilimitada. Da mesma forma, os loops de indução de detetores como o AT 15 A da Sarasota têm longa duração, por serem instalados sob o pavimento. Geralmente os loops têm 8m de perímetro (aproximadamente 2m de lado) e esses detetores podem ser usados para contagens ou para determinação de velocidade, quando acoplados ao equipamento de pulsos adequado.

Vascar (Visual Average Speed Computer and Recorder) - basicamente consiste em um processador que combina um odômetro e um cronômetro, para o cálculo da relação espaço/tempo e, portanto, da velocidade do veículo observado. Pode ser operado com a viatura parada ou em movimento, a favor ou contra o sentido de tráfego do infrator.

Para usá-lo, o operador liga a chave A quando o veículo que está sendo seguido passa por um primeiro ponto de referência e desliga quando é ultrapassado um segundo ponto. A chave B é acionada quando a viatura passa pelo mesmo primeiro ponto e desligada no segundo referencial. O aparelho calcula a velocidade do veículo observado, apresentando-a num display digital. Caso a viatura esteja parada durante a observação, a operação da chave B é substituída pelo fornecimento da distância existente entre os dois pontos de referência.

Este aparelho é bastante usado nos Estados Unidos para a fiscalização do trânsito e dá erros médios menores que 1/2 milha por hora.

Método do Efeito Doppler

Chama-se efeito Doppler à variação na freqüência de um feixe de ondas eletromagnéticas refletidas por um massa metálica em movimento. Essa freqüência é maior quando comparada com a freqüência de transmissão, caso o veículo esteja se aproximando e a diferença seja proporcional à velocidade do veículo com relação à fonte emissora. Os radares que usam o efeito Doppler são empregados para a determinação de velocidade dos veículos, em vista da sua grande precisão.

Radar comum - determina basicamente a velocidade instantânea do veículo observado, indicando por sinal audível se ela é maior que certo limite preestabelecido e registrando seu valor no display luminoso. Existem muitos modelos disponíveis, desde o portátil em forma de pistola até o fixos. A precisão dos aparelhos varia ao longo de uma ampla gama e a utilização do radar exige do operador treinado, para a identificação conveniente do veículo cuja velocidade está sendo medida.

Radar fotográfico - associa-se ao radar uma câmara fotográfica a fim de registrar os dados do veículo que ultrapassa o limite de velocidade previamente estabelecido. É um equipamento que pode dispensar o operador, se for instalado de maneira fixa ao lado da via.

Os radares podem ser usados como feixe de ondas apontado tanto a favor como contra o sentido do tráfego. Nos Estados Unidos são usados geralmente, contra o sentido do tráfego e, na Europa, a favor. Como as exigências legais para autuação de infratores variam muito de país para país, existem aparelhos mais sofisticados ou menos sofisticados, conforme a necessidade. Alguns aparelhos, com o radar-gun americano e o Allscott inglês, não podem ser usados para a fiscalização de velocidade em quase nenhum país europeu, por não preencherem certos requisitos em termos de precisão, confiabilidade e recursos.

Os radares de melhor qualidade não fazem apenas uma medida da velocidade do veículo sob observação. No caso do radar Gatso MK3, leituras são feitas a cada 5 milissegundos e o aparelho só indica a velocidade lida após 4 leituras consistentes e consecutivas. O mesmo circuito impede que sejam tomadas fotografias no caso de dúvida, se o aparelho dispuser de câmara fotográfica.

O radar multanova 4FA pode ser instalado dentro de um gabinete metálico para uso desacompanhado ao longo de vias de trânsito rápido. O modelo 5F tem elevada precisão, com erros menores que 1Km/h.

Comparação das Alternativas

As várias técnicas apresentadas têm características operacionais diferentes, o que sugere não apenas que uma delas seja mais conveniente que as outras, mas que, em cada caso e para cada aplicação, há uma técnica mais adequada. Assim, além de conhecer os procedimentos em cada técnica, é obrigatório conhecer as suas condições e particularidades de operação.

Podemos estabelecer parâmetros que possam nos auxiliar a avaliar cada técnica, segundo o desempenho, necessidade e custo (conforme tabela 2):

- Capacidade de atuação: função do número de amostras colhidas por observação efetuada ou do número de observações possíveis, por unidade de tempo;
- Equipamento especial: algumas das técnicas consideradas exigem o emprego de equipamento específicos ou muito sofisticados para avaliar velocidades. Como tais equipamentos não são de uso comum, exigem certo grau de conhecimento, experiência e cuidados por parte do operador;
- O que mede: identifica a capacidade de ser determinada a velocidade média ou a velocidade instantânea (no ponto) do objeto de observação;
- Precisão: a precisão de cada técnica depende do operador, do grau de sofisticação do equipamento utilizado, das condições do tempo e da precisão necessária à finalidade a que se destina a avaliação. Em certos casos uma estimativa da velocidade é suficiente e, em outros, necessita-se de determinação da velocidade, principalmente se a finalidade é a de fiscalizar a obediência a limites regulamentados;
- Continuidade da utilização: demonstra a possibilidade de se efetuarem medidas confiáveis nas várias condições de tempo e iluminação;
- Número de operadores: é o número mínimo de operadores necessários para utilizar o equipamento e/ou aplicar a técnica. Não inclui o efetivo necessário para a eventual parada e autuação de infratores;

- Especialização do operador: é o grau de conhecimento de um operador habituado a realizar esse tipo de avaliação, a respeito do instrumento e/ou técnica. Em alguns casos é necessário haver treinamento do operador, especificamente para aplicar a técnica em questão;
- Custos: custo do equipamento baseado no custo atual do necessário, nas facilidades de obtenção no mercado ou de aquisição, importação, etc. Custo operacional baseado no custo do equipamento, levando-se em conta o custo do operador, desgaste e vida útil do equipamento comparado aos mais sofisticados, custos de manutenção e custo do material consumido na operação.

Observa-se na Tabela 2, que resume as características operacionais de várias técnicas de avaliação de velocidade que:

- Não são muitas as técnicas precisas à disposição. No caso dos estudos de Engenharia de Tráfego, erros razoáveis são admitidos, principalmente porque o maior interesse está na média das velocidades.
- Quase todas as técnicas requerem o uso de equipamento especial, que pode ser um velocímetro policial calibrado, passando por um radar fotográfico, até um avião para aerofoto.
- Algumas técnicas não permitem avaliar a velocidade, mas apenas determinar se ela é maior ou menor que certo limite. É o caso do tracking e do controlador fotográfico.
- A maior parte das técnicas pode ser usada com qualquer condição de tempo, durante o dia ou à noite. Algumas requerem apenas que o equipamento seja protegido, enquanto outras requerem o uso de flash à noite.
- A maioria das técnicas requer operadores especializados, ou no mínimo treinados, para que os resultados sejam convenientemente precisos. Em alguns casos, a precisão de interpretação do resultado não depende do operador, como é o caso do radar, mas um operador treinado é necessário para a calibração e uso adequado do aparelho e para a identificação do veículo sob observação, caso seja necessário.
- Do ponto de vista de custos, quase todas as técnicas envolvem custos iniciais baixos, principalmente se as viaturas forem consideradas como itens já existentes. Os custos de operação, que englobam o material usado (por exemplo filmes), freqüentemente são de médios para altos.

A tabela 3 apresenta os principais pontos fortes e fracos das várias técnicas para a determinação de velocidade, de modo a resumir os comentários e permitir uma melhor avaliação dos recursos e limitações de cada uma. É fácil notar que não existe uma técnica absolutamente melhor que as outras e que a escolha do melhor dependerá das finalidades e da situação.

Métodos mais Difundidos para Avaliação de Velocidades - Tabela 1

Método	Técnicas Utilizadas	Equipamento Necessário	Utilidade
Velocímetro	Pacing	Veículo, velocímetro, cronômetro	Fiscalização, engenharia de tráfego
	Tracking	Veículo, velocímetro	Fiscalização
	Tacógrafo	Veículo, tacógrafo	Engenharia de tráfego
Fotografia	Registrador Fotográfico	Câmara fotográfica, tripé	Fiscalização, engenharia de tráfego
	Aerofoto	Equipamento fotográfico especial, avião adaptado	Engenharia de tráfego
Tempo/Distância	Cronômetro à curta distância	Cronômetro	Fiscalização, engenharia de tráfego
	Cronômetro à longa distância	Cronômetro, binóculo	Fiscalização, engenharia de tráfego
	Cronômetro pneumático	Conjunto de tubos de caixa de comando e cronômetro	Fiscalização, engenharia de tráfego
	Controlador fotográfico	Conjunto de detetores eletrônicos, cronômetro, máquina fotográfica com flash	Fiscalização, engenharia de tráfego
	Vascar	Aparelho constituído de um cronômetro associado a um odômetro e um processador eletrônico para calcular velocidades.	Fiscalização
Efeito Doppler	Radar comum	Aparelho constituído de antena, unidade de controle e processamento e fonte de alimentação	Fiscalização, engenharia de tráfego
	Radar Fotográfico	Aparelho composto de radar comum associado a câmara fotográfica com flash	Fiscalização

Características Operacionais das Técnicas Utilizadas - Tabela 2

Técnica	Capacidade de Atuação	Equip. Especial	O que mede	Precisão	Continuidade de Utilização				N.º Operadores no local	Especialização do Operador	Custo	
					A noite	De dia	Tempo bom	Chuva			Equip.	Oper.
Pacing	Um veículo por vez ou corr. de veíc.	Sim	Ponto	Pouco preciso	Possível	Bom desempenho	Bom desempenho	Prejudicada	2	Treinado	Baixo	Baixo
Tracking	Um veículo por vez	Não	Ponto	Preciso	Possível	Bom desempenho	Bom desempenho	Prejudicada	1	Não especializado	Baixo	Alto
Tacógrafo	Um veículo	Sim	Média	Pouco preciso	Independente	Bom desempenho	Bom desempenho	Independente	--	--	Baixo	Baixo
Registador fotográfico	Um veículo por vez	Sim	Ponto	Pouco preciso	Auxílio de flash	Bom desempenho	Bom desempenho	É necessária proteção	1	Especializado	Baixo	Médio
Aerofoto	Abrange grandes áreas	Sim	Média	Apenas estimativa de veloc.	Impraticável	Bom desempenho	Bom desempenho	Não é possível	1	Especializado	Alto	Alto
Cronômetro à curta distância	Um veículo por vez	Não	Média	Depende do oper.; geralmente baixa	Apenas com boa iluminação	Bom desempenho	Bom desempenho	Difícil, diminui a precisão	1	Não especializado	Baixo	Baixo
Cronômetro à longa distância	Um veículo por vez	Não	Média	Depende do oper.; razoável	Impraticável	Bom desempenho	Bom desempenho	Difícil diminui a precisão	1	Treinado	Baixo	Alto
Cronômetro Paneumático	Um veículo por vez	Sim	Ponto	Preciso	Bom desempenho	Bom desempenho	Bom desempenho	Bom desempenho	1	Não especializado	Baixo	Baixo
Controlador Fotográfico	Um veículo por vez	Sim	Ponto	Preciso	Apenas com flash	Bom desempenho	Bom desempenho	Bom desempenho, mas protegido	1	Especializado	Alto	Médio
Vascar	Um veículo por vez	Sim	Média	Preciso	Bom desempenho	Bom desempenho	Bom desempenho	Bom desempenho	1	Especializado	Alto	Baixo
Radar comum	Um veículo por vez	Sim	Ponto	Altamente preciso	Bom desempenho	Bom desempenho	Bom desempenho	Bom desempenho, mas protegido	1	Especializado	Alto	Baixo
Radar Fotográfico	Um veículo por vez	Sim	Ponto	Altamente preciso	Bom desempenho só c/flash	Bom desempenho	Bom desempenho	Bom desempenho, mas protegido	--	--	Alto	Médio

Pontos Fortes e Fracos das Várias Técnicas - Tabela 3

	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Pacing	Salienta a presença de fiscalização	Risco de acidente
Tracking	Simplicidade de operação Estabelece conduta exemplar	Impossível determinar velocidade do infrator
Tacógrafo	Equipamento obrigatório em certos veículos Pode ser usado como prova de velocidade	Só pode ser usado no gabinete
Registrador Fotográfico	Dispensa a presença de operador no local	Impossível identificar condutor para autuação Difícil determinação da velocidade
Aerofoto	Grande área geográfica abrangida	Identificação dos veículos é impraticável Custo elevado Requer especialista p/interpretação
Cronômetro à curta distância	Simplicidade da técnica	Falta de precisão
Cronômetro à longa distância	Bom resultado pelo custo e pela simplicidade	Dificuldade de uso à noite
Cronômetro pneumático	Bom resultado pelo custo	Requer instalação semi-fixa dos detetores Desgaste do equipamento
Controlador Fotográfico	Precisão razoável pelo custo	Impossível identificar condutor para autuação Apenas indica excesso de velocidade, sem quantificar
Vascar	Medição mesmo com viatura em movimento	Equipamento especial de difícil manutenção Precisão depende do operador
Radar	Ótimo resultado pelo custo	Dificuldade na identificação do veículo entre os vários presentes no campo visual
Radar Fotográfico	Alta precisão	Impossível identificar condutor para autuação

Bibliografia

Lima, Gonçalves, J. E. e outros - Estudos sobre Radares, Companhia de Engenharia de Tráfego, 1980.

Da Iongh, Hendrik - Speed Measuring Equipment, The Police Chief, december, 1980.

Instrumentation for Traffic Law Enforcement, Statistics and Research, Truvelo Manufacturers, Inglaterra, 1981.

Speed-guard, Trans-Atlantic Equipament CTD, África do Sul, 1981.

Federal Vascar II, Federal Sign & Signal Corp., Bulletin 58, Estados Unidos, 1972.

Data Sheets, Redland Automation Ltda, Inglaterra, 1981.

Traffic Radar Systems, James Scott Ltada, Inglaterra, 1981.

Operators Instruction Manual, James Scott LTD, Inglaterra, 1981.

Speeding Reduced, Automatic Signal, Estados Unidos, 1961.

Medidor de Velocidade de Veículos pelo Sistema Radar, autotrol S/A, São Paulo, 1979.

Multinova Radar 4FA e SF, Zellweger Uster S/A, Suíça, 1978.

Autores: Eng.º José Ernesto Lima Gonçalves
Eng.º Humberto Moreira Pullin
Métodos Operacionais.