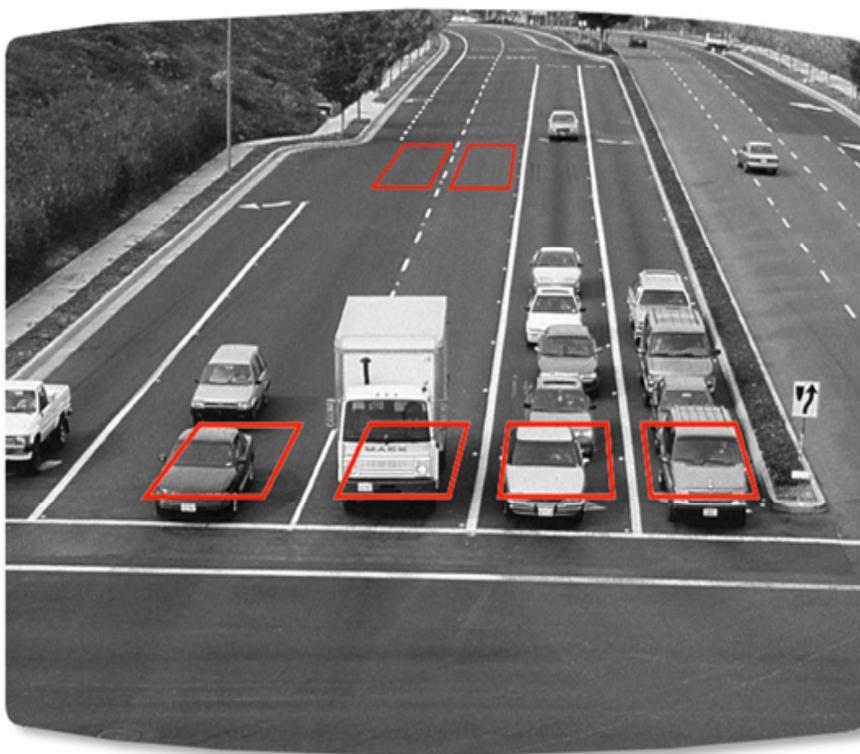


## *Sistema de vídeodetecção Vantage*

*Melvyn Haxby\**

### *Introdução*

Denomina-se vídeodetecção à técnica de detectar veículos através da interpretação, pelo computador, das imagens dos veículos captadas por câmeras de TV. Com o auxílio de um mouse, desenham-se retângulos na tela do computador que mostra o campo visual de uma câmera. Estes retângulos funcionarão como se fossem laços detectores virtuais. Quando a imagem de um veículo (ou, ressaltar-se, de qualquer corpo ou objeto) adentrar num laço virtual, ele será reconhecido pelo computador, através da análise da mudança dos tons dos *pixels*. A foto a seguir mostra o campo visual de uma câmera com os laços virtuais desenhados na tela do computador.



No ano de 1993, a empresa Iteris começou a desenvolver técnicas de processamento de imagens para detectar a presença de veículos em interseções. Tais técnicas foram projetadas com a intenção de substituir a detecção tradicional através de laços detectores

indutivos. Atualmente, Iteris é uma das principais marcas mundiais de sistemas de detecção virtual de veículos. Está crescendo significativamente a quantidade de aplicações desta técnica na operação do trânsito. Podemos citar, como exemplos, o controle de semáforos, a monitoração de vias expressas, a detecção de incidentes em túneis e a fiscalização da transgressão do sinal vermelho em semáforos. Este artigo apresenta os componentes básicos e as funções principais dos sistemas de vídeodetecção.

## ***Visão Geral da Tecnologia***

### **Processadores de Imagens**

O fator modularidade deve constituir o âmago de um sistema de vídeodetecção a fim de permitir projetos e configurações flexíveis. Através da utilização da mais recente tecnologia e de técnicas sofisticadas de processamento de imagem, todos os sistemas devem poder oferecer um desempenho acurado e confiável no que diz respeito a detectar veículos numa ampla variedade de condições climáticas e luminosas diferentes. O *firmware* aplicado deve ser especificamente projetado para o fim desejado, prescindindo da utilização de pesados sistemas operacionais e de computadores de suporte.

### **Módulo Processador de Imagens**

Os módulos são disponíveis nos padrões NEMA e Eurocard e podem ser conectados diretamente (*plug and play*) na maioria dos *racks* de placas de detecção em substituição ao amplificador utilizado para o laço indutivo. O módulo fornecerá o mesmo conjunto de saídas disponibilizadas pelo amplificador do laço indutivo, eliminando, assim, qualquer necessidade de reprogramação do controlador associado.



Os módulos de vídeodetecção são disponibilizados de várias formas, permitindo um vasto leque de opções, tais como:

- Configuração da entrada de vídeo simples ou dupla;
- Programação remota dos processadores;
- LEDs de alta intensidade para mostrar as atividades em execução;
- Compatibilidade com as fontes de alimentação +12VDC e +24VDC;
- Possibilidade de configurar vários laços visuais por câmera;
- Múltiplos canais de saída do detector por entrada;
- Portas seriais RS-232 ou RS-485.

### **Laços Virtuais**

São definidas as áreas de interesse dentro do campo de visão da câmera, onde se quer efetuar a detecção e ali desenhados os laços virtuais. O processamento das imagens será executado somente nas áreas delimitadas pelos laços desenhados. Geralmente, tais laços virtuais são desenhados no mesmo lugar da via em que já existe, ou em que viria a ser

implantado, um laço detector físico. Para cada laço virtual são associados alguns atributos, tais como tipo de laço (presença, espera, extensão, pulso ou contagem), canal de saída do detector e outras funções indiretas tais como alarmes de ocupação e de velocidade e notificação de veículo na contra-mão. O laço virtual pode ser configurado para realizar as mesmas funções de um laço detector real. As descrições funcionais descritas a seguir podem diferir um pouco de um fornecedor para outro, mas acabam atingindo, normalmente, os mesmos resultados.

### **Modo de Detecção por Presença**

Esta é a configuração mais comum de um laço, seja virtual, seja físico. Enquanto se detectar a presença de um objeto em movimento dentro do laço virtual, é enviado um sinal ao canal de detecção correspondente. Quase todos os laços virtuais são configurados para operar no modo de detecção por presença quando se trata de aplicações voltadas ao controle semafórico.

### **Função verde/vermelho**

Quando usada em conjunto com a detecção por presença, a função verde/vermelho amplia a flexibilidade funcional. Esta função permite que um laço virtual opere de uma determinada forma se o semáforo associado estiver em verde e de outra forma se estiver em amarelo ou vermelho. Pode-se definir, por exemplo, que a área opere no modo detecção por presença durante o vermelho e no modo contagem quando em verde; isto pode ser interessante para laços localizados um pouco antes da faixa de retenção.

Outro exemplo interessante surge quando a área é desenhada após a faixa de retenção. Muitas vezes, nestes casos, diferentes movimentos passam pelo mesmo local, onde o laço está situado, dependendo do estágio vigente. Pode-se, então, executar o modo contagem somente enquanto um certo estágio está em verde a fim de não contar indevidamente veículos de outros movimentos, ou mesmo pedestres, que andam nos outros estágios.

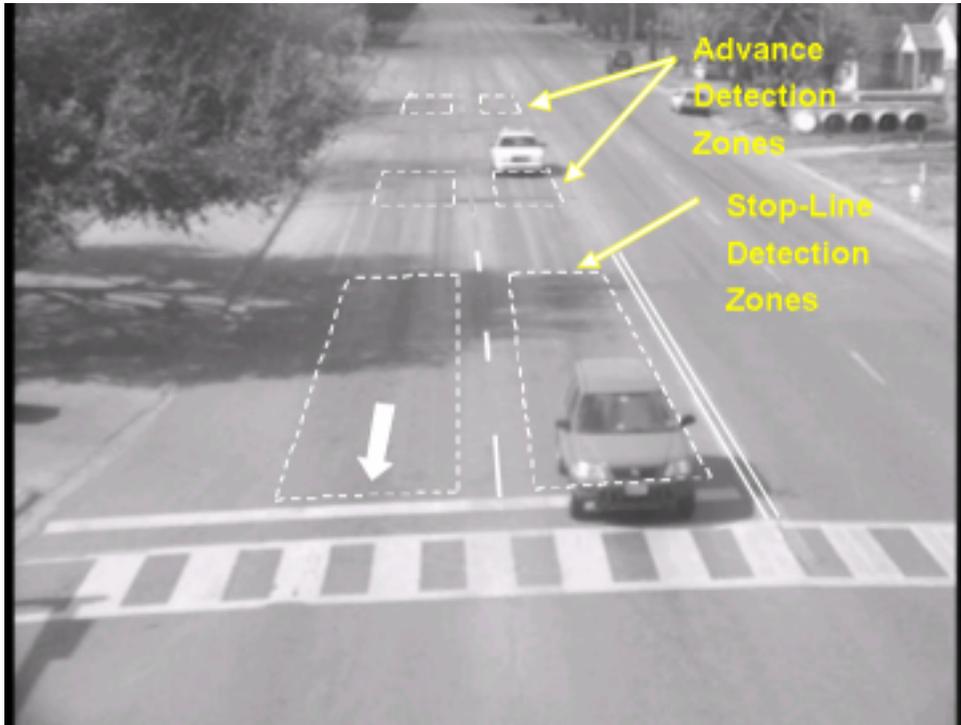
### **Função retardo**

A função retardo é usada em conjunto com a função verde/vermelho. Ela propicia que uma determinada ação se inicie passados alguns segundos (programáveis) após a constatação de um determinado evento. Um exemplo típico é o da detecção de veículos que passam no vermelho. Pode-se programar um período de retardo de, tipicamente, um a três segundos que começa a ser contabilizado quando se inicia o sinal vermelho. Somente após tal período de retardo é que os veículos que passam vão ser reconhecidos efetivamente como infratores, diminuindo a chance de aplicar multas injustas.

### **Função extensão**

A função extensão é utilizada, na maior parte das vezes, em semáforos atuados. São desenhados dois laços virtuais, um a uns 75 metros da faixa de retenção e outro junto à mesma. Quando um veículo é identificado no laço mais distante da retenção, durante um período de verde, um sinal de presença constante é emitido para o controlador do semáforo, mantendo-o em verde até que seja percebida uma detecção no laço junto à faixa; este último funciona normalmente no modo presença e manterá o verde somente enquanto o veículo estiver dentro dele. A foto a seguir mostra este tipo de operação. Os

laços mais afastados da retenção estão identificados como *Advance Detection Zones* e os mais próximos como *Stop-line Detection Zones*.



### Quantidade máxima de laços virtuais

Quantos laços virtuais podem ser desenhados em cada câmera? Deve ser lembrado que a videodeteção tem uma capacidade limitada devido às restrições causadas pela capacidade de processamento, memória disponível e limites das funções do programa. É muito fácil, para o engenheiro de trânsito, desenhar um número grande de laços virtuais, capazes de fornecer um enorme conjunto de resultados, através da utilização de múltiplas funções e de relações booleanas entre laços. Entretanto, um maior número de laços virtuais implica num maior tempo de processamento. Deve-se ressaltar que o vídeo é recebido a 25 (PAL) ou 30 (NTSC) quadros por segundo (frames per second - fps).

Um sistema de videodeteção bem projetado deve ser capaz de processar **todos** os quadros e **todos** os *pixels* em **todos** os laços virtuais a fim de garantir uma operação completa e confiável. Sistemas que permitem que o usuário configure um excessivo número de laços, sem atender aos requisitos mencionados acima, devem ser vistos como simplesmente equivalentes a outros que oferecem menor número de laços. Por exemplo, uma configuração típica numa interseção semaforizada ou num semáforo de meio de quadra não excede de 15 a 17 laços virtuais para cada câmera. Algumas vezes, pode ser necessário um número um pouco maior, mas mesmo assim, é razoável não esperar que mais do que 25-30 laços sejam necessários. Alguns fornecedores prometem a possibilidade de definir até 99 laços como configuração máxima permitida. Como

explicado anteriormente, este tipo de configuração necessita de três a quatro vezes a capacidade de processamento de seus concorrentes para poder funcionar corretamente.

É recomendável verificar a capacidade de processamento do produto e obter o certificado de conformidade do fornecedor para se assegurar que a capacidade máxima de processamento pode ser mantida na configuração máxima, sem perda da performance. Em termos práticos, o resultado final de definir um número muito elevado de laços será a perda de quadros, a perda do processamento de *pixels* e, no pior dos casos, a perda do processamento de alguns laços. Confrontado com condições meteorológicas desfavoráveis, um sistema com excessiva quantidade de laços pode vir a operar com desempenho abaixo do especificado. O módulo de processamento Iteris Edge-2 comporta até 24 laços virtuais com processamento pleno em qualquer configuração estabelecida.

### Canais de Saída

Os sistemas de vídeodetecção se comunicam, geralmente, com outros equipamentos através de saídas do tipo coletor aberto ou por comunicação via portas seriais RS-232, ou ainda por conexões que utilizam a rede TCP/IP. Para a maioria dos casos, a solução mais rápida e simples é a que utiliza coletor aberto, pois os módulos de amplificação dos laços físicos utilizam o mesmo método de conexão física.

### Módulos Extensores

Normalmente, os módulos de vídeodetecção suportam até 4 canais de saída, número este que está de acordo com o padrão NEMA. Módulos extensores podem prover canais de saída adicionais, quando necessário. Geralmente, estes módulos são disponibilizados em modelos de 2, 4 ou 24 canais, sendo conectados no próprio módulo processador.

Na ilustração ao lado, o módulo processador possui 4 saídas e cada um dos módulos extensores possui outros 4 canais, totalizando 12 saídas.

O processador da vídeodetecção e os módulos extensores podem ser posicionados em qualquer ordem num *rack* padrão de detectores. O usuário determina a cadeia desejada, fazendo as ligações na sequência correta. Tipicamente, o usuário deve inserir os módulos na disposição representada na figura ao lado. É possível vincular até três módulos extensores, criando uma configuração de 16 canais de saída. Se for necessária uma quantidade maior, deve-se utilizar um módulo especial de alta capacidade, como o Iteris Vantage IO Module, que permite 24 canais.

Extension Modules



Na parte traseira do *rack* de detectores, encontram-se, normalmente, os terminais utilizados para fazer a conexão dos fios que serão ligados ao equipamento receptor (controlador de semáforo ou coletor de dados). A exceção fica por conta do módulo de alta capacidade, que tem seus canais de detecção localizados na parte da frente via um conector DB37 ou similar.

## Módulos de Comunicação

Os módulos de comunicação são *hubs* multifuncionais que fornecem a possibilidade de conexão a vários processadores, permitindo acesso remoto e vídeo *streaming*.

Os módulos de comunicação permitem as seguintes funções primárias:

- Ponto de acesso para vários módulos processadores;
- Acesso remoto via modem ou TCP/IP;
- *Built-in hardened modem*
- Vídeo *streaming* via MPEG2 ou MPEG4
- Acesso através de *browser* da *Web*.



De forma geral, a conexão por modem é adequada para permitir a verificação remota do estado de operação do controlador. Atualmente, um crescente número de sistemas estão requerendo acesso de alta-velocidade a fim de permitir, não só a recepção dos dados, mas, também, da imagem captada. Os módulos de comunicação podem disponibilizar os dados, no modo *streaming*, utilizando compressão de dados nos formatos MPEG2 ou MPEG4, o que permite a visualização das imagens num PC instalado num Centro de Controle, que utiliza Windows Internet Explorer ou outro programa equivalente. Iteris, recentemente, disponibilizou o módulo de comunicação *eAccess* para atender esta necessidade. Até quatro módulos processadores Edge2 podem ser acessados via uma conexão tipo Ethernet, usando, simplesmente, o Web browser de um PC.

## Racks dos Detectores

Os *racks* onde são montadas as placas de detecção vêm numa grande variedade de formatos. Os dois tipos principais seguem os padrões NEMA e Eurocard. Ambos são instalados, normalmente, dentro do gabinete do controlador do semáforo, pelo seu próprio fabricante. O *rack* dispõe de encaixes para inserir o amplificador do laço físico ou os módulos de vídeodetecção. São encontrados modelos de *racks* com 3, 4, 5 ou 7 *slots*.



Algumas vezes, é necessário oferecer uma unidade tipo *standalone* para viabilizar a coleta de dados ou a conexão com algum outro tipo de equipamento como, por exemplo, um sistema de fiscalização automática do avanço de vermelho, pois este sistema não costuma dispor de *racks* de detectores próprios. Nestes casos, muitos fabricantes disponibilizam um *rack* tipo *standalone* com fornecimento de energia integral. O processador da vídeodetecção pode continuar a coletar e armazenar os dados até que seja feito o *download* para sua transferência.

Iteris oferece o compacto *rack* Vantage2, onde são montadas as placas do sistema de vídeodetecção. O *rack* Vantage2 utiliza processadores Vantage Edge2 e, opcionalmente, o módulo Edge2 I/O, assegurando, assim, flexibilidade de aplicação tanto para as estações de coleta de dados tipo *standalone* como para as normais.

## Câmeras para Videodetecção

As câmeras não são todas iguais. As câmeras de CFTV (Circuito Fechado de TV) são, geralmente, projetadas para oferecer características mais voltadas para a qualidade visual da imagem, sob o ponto de vista do olho humano. Existem tecnologias que conseguem produzir imagens possíveis de serem vistas pelo operador, mesmo em condições de quase escuridão total. Entretanto, estas imagens não possuem uma boa qualidade e tendem a apresentar uma aparência granulada ou com chuvisco. Basicamente, a granulação é devida a ruídos que interferem no sinal de vídeo.

Vantage Camera™



Por outro lado, a videodetecção necessita de um sinal de vídeo limpo e com pequena porcentagem de ruídos. Devemos nos lembrar que o processador busca determinar o contorno de um objeto e sua movimentação. Ruídos no sinal de vídeo podem ser facilmente interpretados como se fossem objetos concretos. Compare as duas imagens a seguir para perceber a diferença entre uma câmera normal de CFTV (CCTV) e uma câmera que foi projetada para trabalhar com processamento da videodetecção (Machine Vision).

É recomendável que a câmera seja fornecida pelo próprio fabricante do sistema de videodetecção. Muitas câmeras perdem seu desempenho, no que diz respeito à videodetecção, quando submetidas a ajustes finos do tipo contraste, brilho, etc. Tal perda de desempenho não consegue ser, muitas vezes, compensada pelo software de tratamento das imagens.



Iteris desenvolveu seu próprio conjunto de câmeras de vídeo a fim de assegurar que o sistema será capaz de operar no ponto de desempenho ótimo em todas as situações. As câmeras usam um CCD ultra-sensível a fim de conseguir uma maior faixa dinâmica, refinando, assim, a capacidade do sistema para detectar veículos em condições ambientais desfavoráveis, tais como deficiência de luminosidade.



A montagem da câmera Vantage inclui uma caixa à prova de água e proteção contra a incidência dos raios solares a fim de permitir instalações a céu aberto. Dispõe, também, de um dispositivo de aquecimento visando reduzir o fenômeno da condensação e manter as lentes aquecidas durante os períodos de frio intenso, preservando sua operação adequada.

## ***Aplicações da Vídeodetecção***

### **Intersecções**

Através da utilização do sistema de vídeodetecção para detectar a presença e movimento dos veículos, os engenheiros de tráfego podem, de forma eficiente e confiável, monitorar, controlar e gerenciar a operação e coordenação dos semáforos da cidade.

O modo responsivo constitui uma das aplicações mais comuns nos dias de hoje para controle semafórico. Tradicionalmente, os *loops* indutivos físicos têm sido a escolha tecnológica da Engenharia de Trânsito. Atualmente, existe uma ampla gama de tecnologias disponíveis, capazes de oferecer desempenho confiável e acurado numa ampla faixa de condições meteorológicas e luminosas. A aplicação da vídeodetecção nos cruzamentos semaforizados teve um salto nos últimos cinco anos.



Em Janeiro de 2006 existiam mais de 40.000 sistemas Vantage instalados no mundo inteiro, oferecendo detecção, contagem e detecção de infração à luz vermelha em semáforos.

As configurações e funções básicas de um sistema de vídeodetecção devem contemplar:

- Alta qualidade na estabilização da imagem, garantindo detecção confiável mesmo em condições de vento forte, trepidação do piso e condições climáticas adversas;
- Tratamento de software capaz de evitar que sombras de árvores, edifícios ou outros veículos venham a ser reconhecidos, erroneamente, como um veículo em movimento lento; tal problema é mais grave nas horas do nascer e do pôr-do-sol, quando as sombras apresentam maior comprimento;
- Alarmes de falha e indicadores que informem ao controlador que o sistema de vídeodetecção pode estar sendo prejudicado por baixo contraste da imagem ou por condições ambientais adversas, como, por exemplo, neblina;
- Otimização da detecção noturna a fim de garantir a correta identificação dos veículos em quaisquer condições de luminosidade.

Engenheiros de Trânsito e de Manutenção devem buscar por estes quesitos ao escolhem um sistema de vídeodetecção. Além disso, é importante observar se a empresa está focalizada no fornecimento de produtos de qualidade e é capaz de providenciar, tempestivamente, os *up-grades* necessários, no que tange ao desenvolvimento dos algoritmos e aperfeiçoamento tecnológico; outro ponto imprescindível é a constatação de comprovada experiência de campo.

### **Monitoração**

Vídeodetecção já constitui uma tecnologia comprovada que permite aos técnicos ampliar a faixa de possíveis aplicações, inclusive incluindo a detecção de pedestres e de bicicletas,

detecção de incidentes, controle de acesso, monitoração de vias expressas, além de inúmeros outros empregos. Atualmente, todas estas aplicações podem ser viabilizadas através da tecnologia que se fundamenta no processamento das imagens capturadas por câmeras.



A utilização da vídeodetecção traz várias vantagens, tais como simplicidade da instalação e precisão nas imagens gravadas, além da possibilidade da observação visual das vias monitoradas, em tempo real, por operadores do Centro de Controle. Analogamente a todos os sistemas de detecção que são instalados acima do solo, é necessário estudar uma locação cuidadosa a fim de garantir bons resultados.

A aplicação Vantage Express foi desenvolvida especialmente para desempenhar uma operação confiável numa ampla variedade de condições climáticas e ambientais. Para otimizar seu desempenho, Iteris recomenda os seguintes cuidados:

- A câmera deve ser equipada com lentes de ampla faixa angular para propiciar melhor visualização;
- O melhor posicionamento para as câmeras é, diretamente, sobre as faixas de tráfego a serem detectadas e num ângulo de, aproximadamente,  $45^\circ$ , para baixo, em relação ao plano horizontal. É recomendável que cada câmera monitore, no máximo, quatro faixas de tráfego;
- Os veículos devem ser monitorados pela traseira a fim de evitar o ofuscamento pela emissão da luz dos faróis à noite;
- A câmera deve ser instalada, no mínimo, a 12 metros de altura. Quanto maior a altura melhor, pois reduz o sério problema da oclusão de veículos baixos por veículos altos.

Os dados coletados podem ser classificados nos seguintes tipos:

- Contagem de veículos (por faixa)
- Velocidade média (km/h por faixa)
- *Headway* médio (por faixa)
- *Gap* médio (por faixa)
- Contagem classificada de veículos, pelo critério de comprimento (por faixa)
- Ocupação da faixa
- Veículo na contra-mão (Detecção de Incidentes)
- Alarme de visibilidade precária
- Alarmes definidos pelo usuário, baseados em patamares de ocupação, velocidade, fluxo, filas, etc.

- Definição, pelo usuário, do tamanho do intervalo de coleta de dados, numa faixa entre 20 e 3600 segundos.

A coleta dos dados pode ser feita usando um dos dois seguintes métodos:

- Coleta por aplicativos supridos pelo fabricante da vídeodetecção;
- Coleta por aplicativos do próprio Centro de Controle do usuário.

Muitos fornecedores oferecem aplicativos centrais que podem se conectar com vários sistemas diferentes de vídeodetecção. Estes aplicativos verificam o estado dos equipamentos, realizam as tarefas de *download* e *upload* e se encarregam dos relatórios de dados e de alarmes.

Iteris fornece uma aplicação, tipo Windows, denominada Vantage Remote Access Software (VRAS). É uma aplicação que permite, de forma amigável, executar as tarefas de *upload* dos dados de campo e de configuração remota. Serve, também, para exibir a imagem da área detectada em baixo grau de resolução. Permite que o operador reconfigure facilmente os laços virtuais e os outros parâmetros da vídeodetecção. VRAS permite que o operador extraia os dados coletados do processador dos módulos de vídeodetecção e os armazene em arquivos ASCII para processamento *offline*.

Os dados de campo podem, também, ser recuperados através da utilização do próprio Sistema de Gerenciamento de Tráfego do usuário. Esta alternativa implica, geralmente, na necessidade de alguma integração do protocolo do sistema de vídeodetecção com os aplicativos gerais do Sistema de Gerenciamento. Iteris disponibiliza os parâmetros e comandos necessários para permitir que o Sistema de Gerenciamento de Tráfego possa extrair as informações requeridas do processador do Vantage Edge2. Todas as saídas do processador do Vantage estão formatadas em textos estruturados ASCII.

## ***Facilidades do Sistema Iteris – Vantage***

### **Facilidade na instalação**

O equipamento Vantage é fornecido com todos os acessórios necessários para uma pronta e simples instalação. Os módulos são do tipo “Plug and Play” e podem ser inseridos numa ampla variedade de *racks*. Vantage utiliza RJ45 *patch cords* e conexão serial RS-232 a fim de facilitar a comunicação com vários equipamentos, evitando, dessa forma, que o pessoal de campo tenha de portar equipamentos sofisticados e ferramentas especializadas.

### **Facilidade na configuração**

Um simples mouse é suficiente para configurar o sistema de vídeodetecção Vantage. Basta inseri-lo na porta USB e ativar o menu Vantage. A partir deste menu, é possível, em poucos minutos, criar facilmente 24 regiões virtuais com as mesmas funções e operações de *loops* indutivos físicos.

**Facilidade na utilização**

O menu do sistema Vantage é bastante fácil de aprender e utilizar, seja na aplicação do controle semafórico, do controle de acesso ou da monitoração de vias expressas. O mesmo menu é usado para todos os tipos de aplicações, minimizando, assim, a necessidade de treinamento e aprendizado específico para o pessoal encarregado.

**Facilidade na manutenção**

Todos os produtos ofertados pela Iteris utilizam tecnologia do tipo estado sólido, demandando pouca ou nenhuma manutenção durante sua operação rotineira. É necessário, periodicamente, limpar as lentes das câmeras a fim de garantir bom desempenho na operação.

Para informações mais detalhadas, por favor entre em contacto com

\* Melvyn Haxby  
International Business Development Manager  
Iteris, Inc.  
[mjh@iteris.com](mailto:mjh@iteris.com)  
[www.iteris.com](http://www.iteris.com)