

MELHORIA DOS NÍVEIS DE SERVIÇO ATRAVÉS DA MONITORIZAÇÃO DE TRÁFEGO

Rui Miguel Dias¹ e Tiago Delgado Dias²

¹ Brisa Inovação e Tecnologia; rui.dias@brisa.pt; www.brisainnovation.com

² Brisa Inovação e Tecnologia; tiago.delgado.dias@brisa.pt; www.brisainnovation.com

Sumário

A monitorização do estado do tráfego nas infra-estruturas rodoviárias é actualmente uma necessidade nas actividades de Operação de Manutenção de uma concessionária rodoviária. Um baixo tempo de resposta a ocorrências é o factor decisivo para mitigar eficazmente o respectivo impacto na fluidez de tráfego, quer as ocorrências tenham origem em acidentes, más condições meteorológicas ou cenários de congestionamento de tráfego. Em função da natureza da ocorrência, as respostas vão desde a alocação rápida de meios a um local em particular até à influência no comportamento dos utilizadores através da disseminação de informação em painéis de mensagens variáveis (PMV). O factor comum a estes cenários reside numa monitorização eficaz do tráfego rodoviário e na detecção e notificação de eventos em tempo real.

A plataforma de operação da Brisa Inovação (ATLAS) tem beneficiado da integração de diversas fontes de dados desde a sua introdução em 2005. Nesta plataforma estas fontes de dados são implementadas como serviços e alimentam algoritmos de correlação e apoio à decisão que permitem às Operadoras uma gestão mais assertiva e simplificada da rede concessionada. Nesta abordagem incluem-se sugestões automáticas para PMV baseadas nas condições de circulação e meteorologia, detecção de incidentes baseada em sistemas de Visão, identificação dos pontos de origem de chamadas de emergência, etc., que através da integração com os sistemas CCTV permitem aos operadores um acesso visual imediato ao local afectado.

Através de desenvolvimentos recentes sobre sistemas clássicos de classificação de veículos foi possível não só a sua utilização em cenários de cobrança, como também adoptar uma abordagem similar na respectiva integração na plataforma ATLAS. Estes aspectos permitiram ter uma solução completa para a cadeia de recolha, tratamento e resposta ao tráfego, dominada, independente de terceiros e contida na rede operada. Esta abordagem permitiu também automatizar a monitorização das condições de tráfego relevantes, como a detecção automática de congestionamentos, dando às Operadoras a possibilidade de reagir às ocorrências substancialmente mais cedo. Adicionalmente, esses desenvolvimentos permitiram ainda a potenciação dos sistemas de recolha de dados, que originalmente visavam apenas análise estatística de tráfego, para fins como a estimativa de tempos de trajecto em sublanços.

A integração de novas fontes de dados e o aproveitamento de sistemas já instalados (desde sistemas baseados em Visão aos sistemas de Contagem e Classificação clássicos) tem adicionado novos patamares de inteligência, automatização e capacidade de detecção de ocorrências em tempo real à plataforma de operação ATLAS, permitindo assim uma melhoria contínua nos níveis de serviço das Operadoras.

Palavras-chave: Monitorização, eventos em tempo real, fontes de dados, integração, níveis de serviço.

1 INTRODUÇÃO

A Manutenção e Operação de infra-estruturas rodoviárias exige o recurso a múltiplos sistemas de natureza diversa e que visam o suporte a actividades tão variadas como a cobrança de taxas de portagem, aquisição de dados meteorológicos, apresentação e disseminação de informação para os utilizadores, recolha estatística de dados de tráfego ou a simples vigilância visando a identificação de situações anómalas que possam afectar a segurança dos utilizadores. O último exemplo, vigilância do tráfego, ganha uma relevância particular uma vez

que é uma actividade fulcral para garantir a segurança de quem circula na infra-estrutura – situações de veículos imobilizados na faixa de rodagem devem ser identificadas com celeridade, assim como veículos em contramão, objectos abandonados no pavimento, etc.. Com alguma liberdade, pode-se sistematizar o processo de reacção a um incidente ao diagrama da Figura 1.

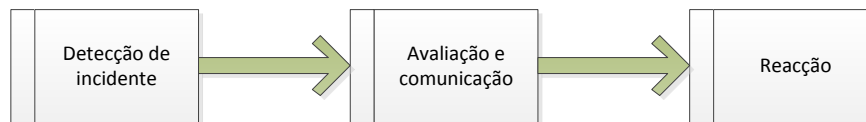


Figura 1: Processo de tratamento de um incidente

Neste diagrama são identificadas as três fases mais relevantes no processo, que se passam a detalhar:

- Ocorre a detecção de um incidente (acidente, congestionamento, objecto na via, etc.) como resultado do processo de vigilância, da utilização de um posto SOS ou ainda através de uma chamada para os serviços de informação da concessionária;
- Os operadores no centro de controlo avaliam/validam o incidente com os meios que têm à disposição, caracterizam-no e informam as partes interessadas nas várias vertentes da operação;
- Os operadores activam os meios de reacção adequados à situação de forma a minimizarem os riscos para a segurança dos utilizadores e garantirem o máximo de fluidez do tráfego na zona ou sublanço afectada.

Uma plataforma de operação e processos de negócio bem definidos podem otimizar o processo de Avaliação do incidente, através de definição de tipificações adequadas, que sendo seleccionadas podem despoletar avisos imediatos às outras partes interessadas (por exemplo, outros operadores, autoridades, *media*, etc.), podendo também agilizar a escolha dos meios de Reacção (informação em painéis de Mensagens Variáveis, Assistência Rodoviária, técnicos de manutenção, etc.) – no entanto, a fase crítica de todo o processo é o tempo que decorre entre a ocorrência efectiva do incidente e a detecção do mesmo pela Operação da concessionária.

A monitorização do tráfego recorre geralmente a um parque instalado de câmaras CCTV que permitem a avaliação da circulação de veículos na área que cobrem – contudo, esta abordagem isolada limita a eficiência quando consideramos a totalidade da rede explorada:

- O número de equipamentos CCTV necessários para cobrir a totalidade da infra-estrutura é geralmente muito elevado e acarreta custos consideráveis, razão pela qual estes sistemas tendem a ser instalados apenas nos troços mais críticos, pelo respectivo volume de tráfego ou pela frequência de sinistros;
- A observação destas imagens por parte de operadores humanos coloca também questões de eficiência e custo, quer pelo número de câmaras envolvido quer pelo cansaço que a vigilância nestes moldes impõe ao operador.

A chave para minimizar riscos para os automobilistas e efectuar uma monitorização de tráfego eficaz reside na definição e implementação de mecanismos de detecção de incidentes que resultem na identificação dos mesmos em tempo real. Um adequado tratamento correlacionado da informação recolhida do universo de equipamentos instalados na infra-estrutura pode permitir o desenho de mecanismos deste tipo.

2 CONTADORES DE TRÁFEGO

Os sistemas habitualmente designados por “contadores de tráfego”, ou também por vezes “sensores”, consistem em unidades *roadside* que podem ter arquitecturas e tecnologias diversas, mas que visam o mesmo objectivo: a recolha de dados que incluem a contagem e classificação de veículos e métricas associadas à fluidez do tráfego, como a velocidade, a taxa de ocupação¹ ou o espaçamento entre veículos. Estes sistemas são normalmente utilizados para dois fins:

- Recolha dados de tráfego tendo em vista a análise estatística do mesmo;
- A cobrança de portagem (virtual) no regime *shadow tolling*².

Em 2010, visando uma maior eficiência na integração e gestão deste tipo de sistemas, a Brisa Inovação desenvolveu a sua própria solução de contagem e classificação. Este projecto de concepção enriqueceu o *know-how* interno sobre este tipo de soluções e permitiu novas abordagens na integração da informação, potenciando novas aplicações – este projecto foi designado por SCCV2 (*Sistema de Contagem e Classificação de Veículos 2*).

O ano de 2011 e os primeiros meses de 2012 foram marcados pelo aumento significativo do número de sistemas deste tipo em operação nas redes concessionadas operadas pela Brisa Operação e Manutenção – quer por obrigações contratuais quer, sobretudo, pela entrada em operação de três novas concessões rodoviárias cujos contratos de concessão previam dezenas de sistemas deste tipo. Em pouco mais de um ano, o parque instalado de sistemas de contagem e classificação de veículos que serve a Operação sediada em Carcavelos passou de cerca de 20 unidades para cerca de 150, distribuídos de Norte a Sul do país.

Estes dois factores (*know-how* gerado pelo projecto de concepção e o crescimento do parque instalado), combinados com a procura contínua de optimizações que norteia desde sempre o Grupo Brisa permitiram que se iniciasse a discussão sobre como utilizar estes equipamentos para lá da sua função original.

3 A PLATAFORMA ATLAS

O Atlas é a plataforma *web-based* para operação e gestão de infra-estruturas rodoviárias que faz parte do portefólio de produtos da Brisa Inovação. O ATLAS é uma solução de gestão de tráfego para utilização por concessionárias viárias, independentemente da dimensão da infra-estrutura operada. Toda a solução é suportada sobre tecnologia Web e oferece uma gestão integrada de tráfego, telemática rodoviária, incidentes viários, meios de assistência, danos e planos de trabalho. Desta forma cobre várias vertentes de operação e tem incorporadas as regras de negócio aplicáveis a uma gestão eficiente da infra-estrutura, prevendo interfaces diversas – desde a utilização numa estação de trabalho até à apresentação de conteúdos multi-media num *videowall*, passando pela gestão dos canais de comunicação (telefones, rádio, etc.). Adequa-se assim totalmente a um ambiente de trabalho num centro de controlo. Trata-se de uma plataforma que conta com 8 anos de desenvolvimento contínuo, quer em função do refinar das regras de negócio e níveis de automação do apoio à decisão, quer na sequência de necessidades de integração de novos equipamentos e serviços. Esta plataforma suporta o ciclo de vida completo da gestão de tráfego: desde os equipamentos de via, passando pela operação do centro de controlo, pela informação ao cliente, pela operação de *back-office*, em todo o percurso até à gestão de topo que é suportada por uma plataforma de *business intelligence*.

Atualmente o Atlas é utilizado na operação de redes viárias vastas, num total superior a 1700 km de rede, sendo esta maioritariamente de primeiro nível (auto-estradas). É utilizado em cenários de serviços de operação multi-concessão (Brisa Operação e Manutenção) e em concessionárias individuais (Auto-estradas do Atlântico).

¹ Período de tempo em que a área de detecção do sistema está activa por via da passagem de um veículo.

² *Shadow tolling* (“portagem sombra”) é um modelo de cobrança de portagem em que, tipicamente, a concessionária recebe do concedente um valor por cada veículo que viaja num determinado troço ou sublanço – este modelo era aplicado até há pouco tempo nas chamadas “SCUTs”.

Oferece suporte nativo e independente dos fabricantes para a operação e gestão de câmaras de vídeo, painéis de mensagens variáveis, estações meteorológicas, postos de SOS, contadores e classificadores de veículos e sinais de controlo de velocidade e disponibilidade de vias.

Em termos operacionais, o Atlas oferece aos utilizadores/operadores automatismos de apoio à decisão, sustentados nas regras de negócio da operação; exemplos destes mecanismos incluem localização da origem de chamadas de emergência, notificações de detecção de condições meteorológicas extremas (com base na informação recolhida das estações meteorológicas), sugestões pré-definidas para afixação de mensagens em PMVs de sublanços afectados por ocorrências tipificadas (desde que esteja criada a incidência associada – trabalhos/corte de via, acidente, congestionamento, etc.), pesquisa de meios guiada pela localização e tipificação da situação ou até mesmo notificações de potenciais incidentes através de sistemas baseados em Visão (análise de padrões sobre imagens de CCTV), disponíveis em alguns locais piloto. A integração destas notificações com os sistemas CCTV (onde disponíveis) agiliza os processos de avaliação e as regras de operação embebidas no sistema aceleram e uniformizam os procedimentos de reacção.

Estas ferramentas optimizam de forma considerável a gestão dos cerca de 1700km de infra-estruturas rodoviárias operadas com recurso ao Atlas. No entanto, apesar destes automatismos, parte da disseminação de informação e a decisão de criação de incidências no sistema, e permanece humana. Quando consideramos à luz da Figura 1, os processos de operação mais substancialmente optimizados no Atlas eram a Avaliação e a Reacção. Apesar de existirem alguns automatismos que aceleram alguns cenários de Detecção, esse número é limitado e/ou não cobre toda a área operada – um exemplo são os cenários de congestionamento motivados por acidentes dentro ou fora da infra-estrutura, cuja detecção se mantém suportada em contactos de clientes (*call centre*), patrulhas da operação ou chamadas de emergência com origem em postos SOS.

4 INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTAGEM

Conforme citado atrás, a plataforma Atlas é o ponto agregador da informação telemática rodoviária recolhida da rede em exploração. Essa recolha de dados recorre a uma arquitectura baseada em serviços. Esta arquitectura, TMS (*Telematic Management System*), começou por ser implementada na gestão dos painéis de mensagens variáveis. Esta arquitectura, suportada na *framework* Jini, num servidor (*TMS Server*) e diversos adaptadores para os equipamentos (*VMS³ Adapter*) cujas interfaces poderiam estar disponíveis a múltiplos consumidores através de subscrição de serviços ou *Web Services*, demonstrou ser versátil ao ponto de constituir-se como a melhor alternativa para suporte à gestão destes equipamentos, ao oferecer uma interface bidireccional escalável e fiável. A Figura 2 apresenta a integração da TMS na arquitectura de serviços da plataforma Atlas. Para maiores detalhes sobre a TMS sugere-se a consulta de [2].

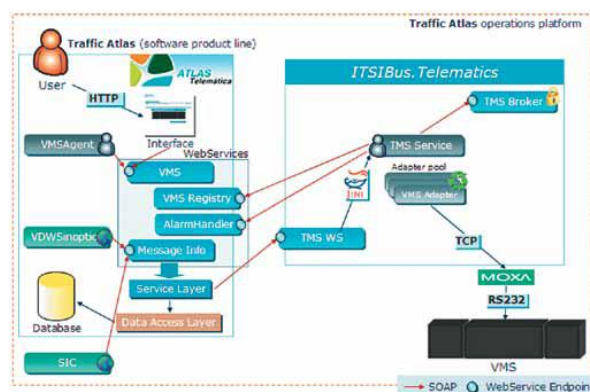


Figura 2: A arquitectura de serviços Atlas VMS

³ VMS: *Variable Message Sign*, termo anglo-saxónico para Painel de Mensagens Variáveis, ou PMV

A solução de contagem da Brisa Inovação foi desenvolvida como um produto genérico, passível de integração em sistemas centrais de natureza diversa. Contudo, sendo a plataforma Atlas a solução de Operação nas concessionárias operadas pela Brisa Operação e Manutenção, optou-se por uma forma de integração mais adequada a essa realidade – a opção recaiu por uma arquitectura similar à TMS: a TMS-TDC (*Telematic management Systems – Traffic Data Collector*). Este desenvolvimento foi enquadrado no projecto de concepção da solução de contagem, e envolveu o desenvolvimento de dois módulos base: o serviço central (TMS-TDC e o adaptador específico do SCCV2) e o agente local, a instalar no *roadside*. A Figura 3 ilustra a integração dos equipamentos de contagem através da arquitectura TMS-TDC.

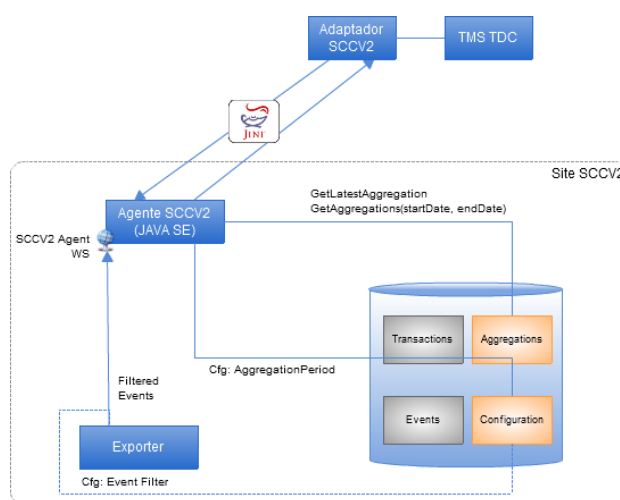


Figura 3: Arquitectura TMS-TDC

Esta arquitectura permitiu o tratamento central em tempo real:

- Dos dados de tráfego agregados, por via (transacções agregadas)⁴;
- Dos eventos de tráfego (contramãos, excessos de velocidade, etc.).

Este tratamento pôde também ser efectuado por múltiplos subscritores, possibilitando o consumo da mesma informação em simultâneo nos ambientes de Produção, Qualidade e Desenvolvimento, potenciando um menor tempo de desenvolvimento e teste de soluções.

5 MELHORIA DOS NÍVEIS DE SERVIÇO

Descreveu-se atrás a forma como:

- Foi concebido um sistema de contagem e classificação de veículos;
- Esse sistema foi instalado de forma massiva na infra-estrutura rodoviária operada pela Brisa;
- Esse mesmo sistema foi integrado nos sistemas centrais, de forma escalável e eficiente.

Refere-se agora a forma como essa informação possibilitou melhorar a operação da infra-estrutura.

⁴ Entre os dados que constam dos agregados, para além dos volumes por classe, são relevantes o espaçamento médio entre veículos, o comprimento médio dos veículos, a taxa de ocupação da região de detecção, e as velocidades médias (aritmética e harmónica).

5.1 TRATAMENTO E APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Para fins de avaliação da fluidez do tráfego, da informação constante das transacções agregadas ganha relevância a Taxa de Ocupação – esta métrica indica a quantidade de tempo que a região de detecção dos sistemas instalados no pavimento está activa (veículo presente) para um determinado período, sendo esta grandeza apresentada em percentagem. Através desta medida é assim possível perceber se existe uma densidade de veículos elevada num determinado segmento – no entanto, para consolidar a identificação de um congestionamento, deve também considerar-se a velocidade média a que os veículos circulam nesse troço. A Figura 4 apresenta a variação destas métricas ao longo do dia 2012-12-06 num sublanço da A5 próximo de Lisboa, no sentido Cascais-Lisboa (PK1+980) – este dia caracterizou-se por uma tarde com sérios congestionamentos de tráfego devido ao mau tempo. Como ilustra a figura, estas métricas complementam-se nos cenários de congestionamento: a Taxa de Ocupação sobe, a Velocidade média desce – e também o volume desce. Este comportamento consiste num padrão e quando estas métricas se “deslocam” neste sentido, torna-se possível assinalar que estamos perante um cenário de potencial congestionamento

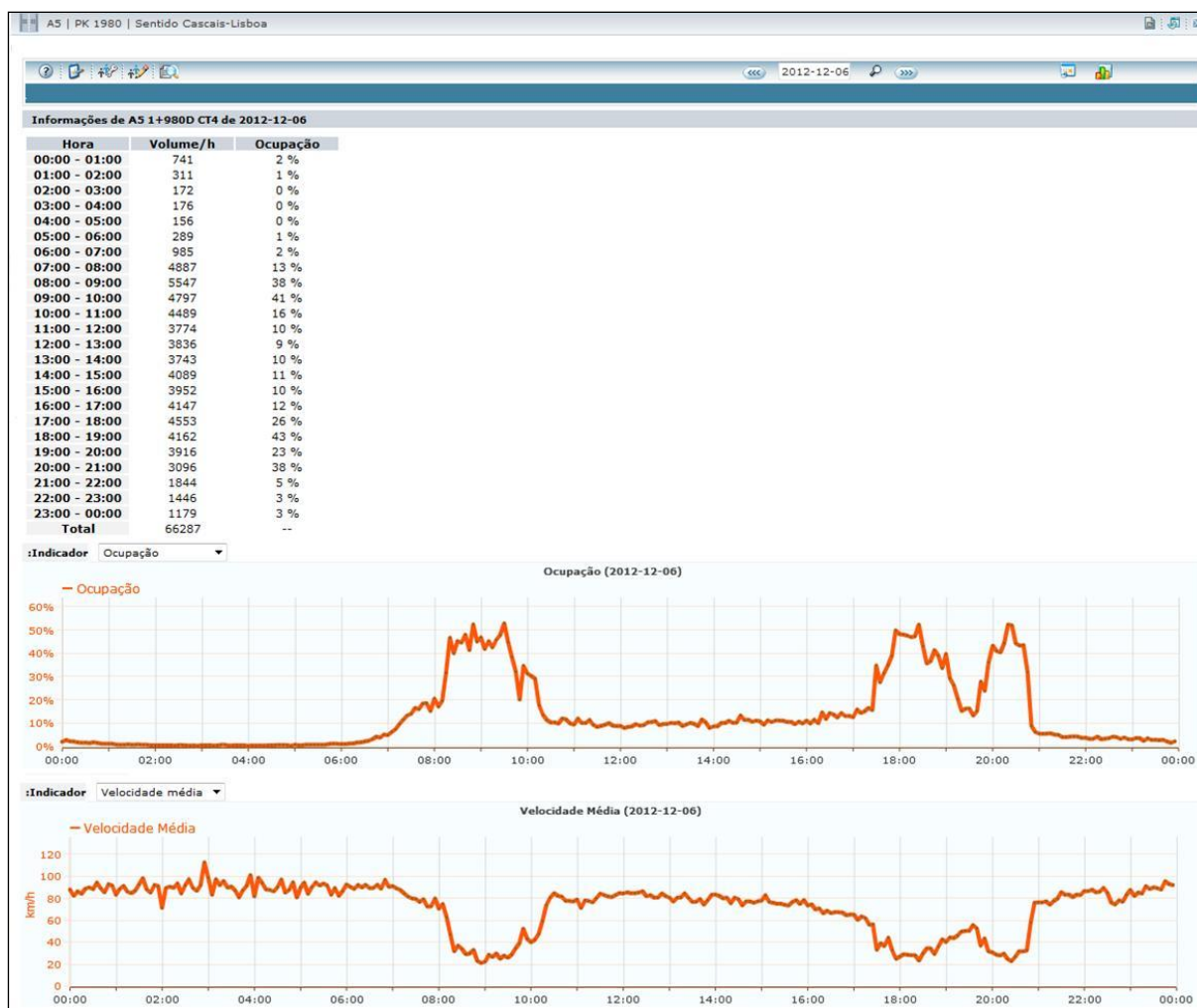


Figura 4: Evolução da Taxa de ocupação e Velocidade Média

Adicionalmente, uma Taxa de Ocupação elevada, mesmo que não esteja associada a um congestionamento extremo, consiste por norma uma situação de maior risco para os utilizadores da infra-estrutura – e consequentemente, um cenário que carece maior atenção por parte da Operadora. Desta forma faz todo o sentido

caracterizar as vias monitorizadas pelos sistemas de contagem em função da sua Taxa de Ocupação (ou se quisermos, grau de risco para o utilizador da infra-estrutura) – essa representação está ilustrada na Figura 5.



Figura 5: Representação das vias em função da respectiva Taxa de Ocupação

Inferindo a partir da velocidade média praticada no sublanço, e conhecendo a respectiva extensão, é também possível estimar com algum erro⁵ o tempo médio de percurso, conforme ilustra a Figura 6.



Figura 6: Estimativa do tempo de percurso

Finalmente, se considerarmos toda a informação recolhida da infra-estrutura, é possível traçar um estado da rede operada numa única imagem, permitindo identificar rapidamente os sublanços mais congestionados.

Na plataforma Atlas, esta aferição é já uma realidade e o resultado é apresentado na Figura 7. Nesta figura podemos observar uma visão geral da rede operada completa (esquerda), uma representação da secção seleccionada (A5, ao centro), com o estado da circulação representado por cores e um equipamento de contagem seleccionado, podendo-se observar a respectiva representação simples que vimos atrás, e finalmente a região de detalhe do equipamento de contagem (à direita), onde são visíveis, de cima para baixo, as características da amostra de dados que originam a representação, os volumes por classes e o histórico do dia, comparado com o dia anterior (neste caso, bastante díspar, por se estar a comparar uma segunda-feira com um domingo – padrões de tráfego completamente distintos).

⁵ Note-se que esta estimativa é superficial – se ocorrer um congestionamento imediatamente antes do ponto de medida (por exemplo, no caso de um sinistro), o tempo assim estimado pode ficar muito aquém do real.



Figura 7: Estado da rede no Atlas, com um ponto de contagem na A5 em evidência

5.2 EVENTOS E NOTIFICAÇÕES

Para além da apresentação intuitiva das condições de tráfego, tornou-se também possível aos sistemas centrais tratar eventos gerados no *roadside* ou identificar padrões, ou alterações de métricas, que representam eventos potencialmente relevantes, que deverão ser avaliados e confirmados por um Operador.

A interface do Atlas oferece assim ao Operador um painel com sugestões de incidências – este painel permite a avaliação humana de todas as potenciais incidências caracterizadas pela plataforma como relevantes para a Operação, e a partir delas criar incidências que serão propagadas pela plataforma para todas as partes interessadas, como foi referido atrás. Na Figura 8 é apresentado o aspecto da interface de Operação na vista SGMA (Sistema de Gestão de Meios de Assistência) e onde podemos ver as sugestões de incidências ativas no canto inferior esquerdo (Alertas). O detalhe do painel de incidências é representado na Figura 9, onde podemos verificar a existência de potenciais formações de filas na A44.

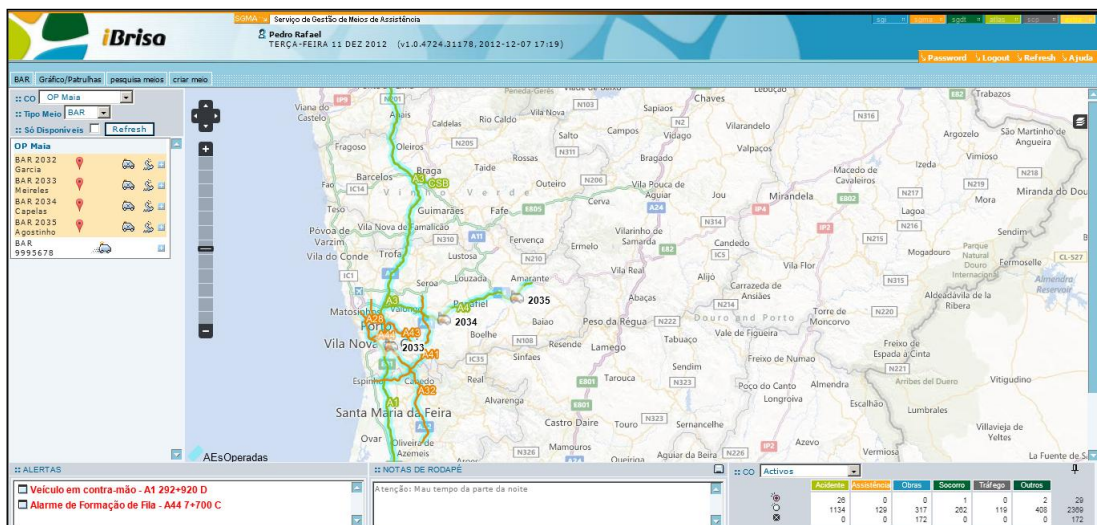


Figura 8: Interface de Operação (SGMA)



Figura 9: Painel de sugestão de incidências

A selecção das sugestões de incidência permite o acesso à interface de detalhe de incidência, apresentada na Figura 10, que está segmentada em 4 regiões:

- Listagem das sugestões de incidência activas – à esquerda;
- Zona de informações da sugestão, que varia em função do equipamento/circunstância que lhe deu origem (no caso apresentado, foi um contador de tráfego) – ao centro;
- Zona de vídeo em directo, que apresenta as imagens da câmara associada ao *site* ou da câmara mais próxima que permita avaliar a potencial incidência – à direita;
- Região de acção, onde o Operador introduz a sua avaliação no sistema – zona inferior da interface.



Figura 10: Detalhe de uma sugestão de incidência

5.3 OUTROS SISTEMAS: DAI

Para além do aproveitamento dos sistemas de contagem para monitorização do tráfego, e conforme referido atrás, a plataforma Atlas integra ainda sistemas baseados em Visão. Um destes sistemas ganha particular relevância, uma vez que a sua recente integração se revelou uma mais-valia na detecção de eventos: o **DAI** (Detecção Automática de Incidentes). O DAI consiste num sistema baseado em Visão que recorre a algoritmos de detecção de padrões sobre imagens obtidas a partir das câmaras instaladas na infra-estrutura. O sistema consegue reagir a alterações de plano de visão (as câmaras não são estáticas), autocalibrando-se, e os algoritmos de “treino” permitem identificar situações de veículos imobilizados na faixa de rodagem (ou na berma) e detectar a circulação de veículos em contramão. A Figura 11 ilustra uma destas situações. Também os eventos detectados por este sistema são fontes de dados para sugestão de incidências



Figura 11: Exemplo de detecção de contramão através do DAI

6 CONCLUSÕES

A melhoria e a optimização dos processos de operação de uma infra-estrutura rodoviária são uma actividade contínua. Nesta actividade, para além da vigilância tecnológica que permite melhorar as plataformas de operação, é importante ter em conta os meios de aquisição de dados existentes no terreno e avaliar a possibilidade de os utilizar para monitorizar o tráfego e alimentar a plataforma e os processos de operação. No caso em apreço, tornou-se possível recolher informação de equipamentos de telemática rodoviária, instalados com o objectivo de recolher dados a fim de cumprir requisitos contratuais (contadores de tráfego), para um novo propósito: identificar eventos relevantes sobre os padrões de tráfego e notificar a Operação sobre esses eventos, reduzindo substancialmente o tempo de Detecção de ocorrências (Figura 1), alargando, inclusive, o espectro de detecção automática deste tipo de ocorrências aos sublaços da infra-estrutura não cobertos por câmaras mas onde estejam instalados equipamentos de contagem.

Esta abordagem, conjugada com outros mecanismos e sistemas já existentes, permitiu melhorar de forma efectiva os níveis de serviço das Operadoras de infra-estruturas rodoviárias que recorrem à plataforma Atlas.

7 AGRADECIMENTOS

Às equipas de desenvolvimento da plataforma Atlas e dos sistemas SCCV2.

8 REFERÊNCIAS

1. R. Dias, T. Dias, *Increasing service levels through traffic monitoring*, Easyway 2011 - "Best Practices in Floating Vehicle/Phone Data Collection and Other Monitoring Deployment", 2011.
2. T. Dias et al., *High Availability Telematic Management System*, ITS Europe 2007, 2007.
3. T. Dias et al., *Communications in Brisa's Centre for Operations Coordination*, ITS Europe 2005, 2005.