



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Industrial 4.0.



Fabio Nunes Zanella
Luiz Carlos Sima
Jeferson Menon dos Santos
Carlos Alberto Marcondes

**PROPOSTA DE CONTROLE, MONITORAMENTO E GESTÃO DE
VEÍCULOS AUTOMOTORES UTILIZANDO IOT.**

**CURITIBA
2020**

Fabio Nunes Zanella
Luiz Carlos Sima
Jeferson Menon dos Santos
Carlos Alberto Marcondes

**PROPOSTA DE CONTROLE, MONITORAMENTO E GESTÃO DE
VEÍCULOS AUTOMOTORES UTILIZANDO IOT.**

Dissertação apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em ENGENHARIA INDUSTRIAL 4.0. Curso de Pós graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

**CURITIBA
2020**

PROPOSTA DE CONTROLE, MONITORAMENTO E GESTÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES UTILIZANDO IOT.

Fabio Nunes Zanella

Luiz Carlos Sima

Jeferson Menon dos Santos

Carlos Alberto Marcondes

Universidade Federal do Paraná

fabio_n01@yahoo.com.br

simalcsima@gmail.com

jefersonmenon@gmail.com

cam.engmec@gmail.com

Resumo. Considerando-se que, para as estruturas organizacionais das empresas o acesso a informações on-line e de precisão tem sido um aspecto de fundamental importância no que se refere a tomadas de decisões, sendo tanto do ponto de vista estratégico quanto do operacional. Visando o emprego de novas tecnologias para as empresas do segmento de transportes rodoviários de cargas, observou-se uma carência latente de gestão suportado pela utilização de novas tecnologias, facilitando assim as tomadas de decisões. Logo, pesquisou-se formas para propor uma arquitetura de coleta de dados para gerenciamento de frotas, moderno, robusto e de relativo baixo custo operacional, bem como de instalação, através de uma arquitetura tida como inteligente, moldada nos preceitos difundidos pela metodologia IOT. Para isso considerou-se a utilização eficiente de todos os recursos e sensores já disponíveis e existentes, de fábrica, ou seja, que já estão embarcados aos veículos de transporte, dando-se ênfase à aquisição de dados e ao monitoramento e gerenciamento das informações relevantes tanto para as decisões diárias quanto para as tomadas de decisões estratégicas do modal. Sendo assim, entendeu-se que tendo todos esses recursos já disponíveis e embarcados no veículo, para aplicação direta, é possível seguir com o desenvolvimento de uma arquitetura inteligente, composta basicamente por uma estrutura de gateway, cloud, analytics e uma plataforma amigável para realizar a conversão dos dados em informações de qualidade que realmente atendam às necessidades dos gestores da frota, gerando desta forma, uma maior rentabilidade e melhorando a eficiência do modal.

Palavras chave: Gestão de transporte. IOT. Monitoramento de caminhões.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um país com dimensões continentais e para absorver toda a cadeia de suprimentos faz uso de diversos modais de transporte, como ferroviário, aéreo, aquaviário, dutoviário e rodoviário, sendo este último, o principal meio de escoamento da produção do país. De acordo com a Confederação Nacional do Transporte, CNT, o transporte rodoviário de cargas representa em movimentação anual mais, um percentual maior do que a soma de todos os demais modais da cadeia nacional. Além disso, o modal rodoviário é também o que mais emprega, sendo 1.595.286 trabalhadores segundo o levantamento de 2016. O senso comum atribui a este setor, como um dos mais caros modais de transporte, quando se compara a quantidade em toneladas de carga transportada por seu custo de transporte, ou até mesmo pela capacidade unitária de transporte.

Embora o transporte rodoviário tenha alta representatividade no Brasil, ainda existem diversas dificuldades nesse meio, principalmente em relação à precificação de fretes e a previsibilidade dos custos, gerando grande insatisfação por parte dos trabalhadores dessa categoria. Devido a essa insatisfação e após sucessivas tentativas frustradas de negociação entre o governo e os caminhoneiros, uma greve geral dos caminhoneiros foi deflagrada em maio de 2018, paralisando todo o território nacional. As principais reivindicações eram a redução dos impostos que incidem sobre os combustíveis, mais especificamente sobre o diesel e a fixação de uma tabela mínima para os preços dos fretes (O ESTADAO, 2018). Não entrando na esfera política, o entendimento dos autores sobre essa temática foi que a receita líquida dos caminhoneiros estava sendo diminuída constantemente com os sucessivos aumentos de preços do petróleo e a fixação ou redução dos preços dos fretes através das condições naturais do mercado (oferta e demanda).

Nesse contexto, o presente trabalho começou a ser desenvolvido com o objetivo de encontrar formas mais eficientes de gerir o modelo atual de transporte de cargas mais utilizado no Brasil.

Considera-se que, para as estruturas organizacionais das empresas o acesso a informações on-line e de precisão tem sido um aspecto de fundamental importância no que se refere a tomada de decisão e visão estratégica. Visando o emprego de novas tecnologias para as empresas do segmento de transportes rodoviários, foi pesquisado formas para propor um sistema de gerenciamento de frotas moderno, robusto e de baixo custo operacional e de instalação.

Através de uma arquitetura moderna e inteligente, foram considerados todos os recursos e sensores já disponíveis de fábrica, ou seja, já embarcados nos veículos, dando-se ênfase no monitoramento e gerenciamento das informações relevantes tanto para as decisões diárias quanto para estratégias futuras.

Apesar desta tecnologia já estar sendo empregada por algumas empresas, buscamos promover a melhoria no conceito de gerenciamento de frota focados em um melhor entendimento das perspectivas e potencial crescimento do setor de logísticas e transportes rodoviários.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico serão abordados os tópicos mais relevantes no que tange todo o contexto do trabalho em geral, iniciando-se por uma avaliação dimensional do tamanho do mercado observado, bem como as tecnologias disponíveis para que fosse possível propor a hipótese de solução, utilizando-se toda a estruturação IOT (*Internet of Things*) disponíveis no mercado.

2.1. Dimensionamento do Mercado

Segundo o boletim estatístico de fevereiro 2019 da Confederação Nacional do Transporte, CNT, o transporte rodoviário de cargas tem uma representatividade de 61,1% de toda a matriz de transporte nacional.

A Agência Nacional de transportes terrestres, ANTT, menciona cerca de 2 milhões de veículos com registro de transporte, onde 36% referentes a autônomos, 63% referentes a empresas de transportes e 1% aproximadamente de cooperativas.

Transportadores - Frota de Veículos

Transportadores e Frota de Veículos			
Tipo do Transportador	Registros Emitidos	Veículos	Veículos/ Transportador
Autônomo	555.448	703.577	1,3
Empresa	157.100	1.225.003	7,8
Cooperativa	350	27.101	77,4
Total	712.898	1.955.681	2,7

Figura 1: Frota de Veículos de Transporte. (Agência Nacional de transportes Terrestres, 2020).

No que se refere a idade média da frota, no geral podemos observar na figura abaixo que praticamente 100% da frota foi fabricada após o ano 2000, ou seja tem menos de 20 anos, e pode-se assumir que já possuem sistemas de tecnologia embarcados, tais como os módulos de controle e Rede “CAN”, *Controler Area Network*.

Idade Média dos Veículos

Tipo de Veículo	Idade Média dos Veículos			
	Autônomo	Empresa	Cooperativa	Total
CAMINHÃO LEVE (3,5T A 7,99T)	21,6	10,9	9,1	13,9
CAMINHÃO SIMPLES (8T A 29T)	25,3	8,7	11,9	15,3
CAMINHÃO TRATOR	20,0	5,8	10,8	12,2
CAMINHÃO TRATOR ESPECIAL	17,8	7,6	9,0	11,5
CAMINHONETA	19,1	10,5	13,9	14,5
CAMINHONETE / FURGÃO (1,5T A 3,49T)	11,7	6,2	8,8	8,9
REB/MIMADO IRM NB	9,3	5,6	0,0	5,0
REBOQUE	21,0	8,7	12,0	13,9
SEMI-REBOQUE	17,1	9,0	8,7	11,6
SEMI-REBOQUE COM 5ª RODA / BITREM	13,2	8,2	6,9	9,4
SEMI-REBOQUE ESPECIAL	14,9	14,4	10,8	13,4
UTILITÁRIO LEVE (0,5T A 1,49T)	15,5	8,0	11,3	11,6
VEÍCULO OPERACIONAL DE APOIO	26,8	20,2	24,9	24,0
Total	17,9	9,5	10,6	12,7

Figura 2: Idade Média dos Veículos. (Agência Nacional de transportes Terrestres, 2020).

Sendo assim, utilizando-se dos módulos eletrônicos interligados por meio da Rede CAN, coletar os dados, transformar esses dados em informações e posteriormente, monitorar variáveis inerentes ao veículo, assim como os custos operacionais.

2.2. Monitoramento de Custos

Segundo Kulović, Mirsad. (2004). Tantas as companhias quanto os caminhoneiros autônomos, possuem uma grande dificuldade na estimativa do custeio do transporte, dado a numerosa quantidade de fatores que influenciam nos custos,

tais como, preços de fretes, características dos produtos transportados, configuração do caminhão, características geográficas e rodoviárias, tamanho da empresa entre outros.

De acordo com William Edward Deming, um dos principais Gurus da qualidade e do controle estatístico de processo, “O que não pode ser medido não pode ser gerenciado”, isso nos remete a uma máxima que pode ser aplicável a qualquer modelo de negócio, mas de sobremaneira ao modelo de negócio escolhido, o monitoramento de custos operacionais de uma frota, isso se torna ainda mais relevante haja vista toda a complexidade envolvido no próprio negócio.

No Brasil onde há um cenário extremamente hostil, com poucas exigências para a operação do transporte de cargas, bem como baixa fiscalização, isso por consequência leva a uma redução natural da qualidade dos serviços prestados e dos preços do frete praticados no mercado de transporte rodoviário de cargas no país (Hijjar, 2008 apud Araújo et al, 2014). Dito isso, o setor que não possui um mecanismo pré estabelecido de controle governamental, permite que os preços sejam formulados a partir de negociações diretas entre a oferta (transportadores) e a procura ou demandadores dos serviços (Soares e Caixeta Filho, 1997 apud Araújo et al, 2014). Assim, o excesso de oferta, combinado com a falta de regulação adequada para precificação do frete no país, pode fazer com que o preço do transporte rodoviário fique inferior aos custos operacionais do transporte, ou no mínimo reduza a margem de lucro direta do transportador. Na figura abaixo, um comparativo com os Estados Unidos da América, pode-se observar a distribuição do custo operacional dos transporte rodoviários.

Itens de custo	EUA	Brasil
Motorista	30%	16%
Veículo	20%	19%
Combustível	19%	26%
Pneus	3%	11%
Manutenção	8%	14%
Overhead	20%	14%

Figura 3: Composição dos custos do transporte Rodoviário. (Adaptada de Fleury 2003 por Araújo et al, 2014).

As citações acima, nos fazem concluir que, como não há uma forma regulamentada de precificação e para manter as margens saudáveis de operação é imprescindível que as empresas de transporte ou propriamente os transportadores autônomos mantenham um foco grande no gerenciamento e monitoramento de seus custos operacionais. Onde de forma macro e não extensiva podemos concluir que no Brasil, aproximadamente 51% do custos operacional total pode ser otimizado (Combustíveis, Pneus e Manutenção).

Arruda Jr. 2014, conclui em seu estudo aplicado de método capacitação dos motoristas e gestão através da fiscalização e monitoramento constante por telemetria em tempo real, que se deu em uma empresa de transporte rodoviário de cargas, mostrou potenciais de redução de consumo de combustível de até 22% em algumas viagens. Esse resultado pode ser o teto da performance de redução; porém, mostrou-se, ao longo do tempo, que a média de 12% obtida ao longo dos meses de aplicação do método na empresa. Ao reduzir despesas com abastecimento, a empresa de transporte pode aumentar suas margens de lucro e, com isso, aumentar sua saúde financeira. Essa obtenção pode colaborar para sua sobrevivência em um mercado altamente competitivo, e ser utilizada como ferramenta competitiva de diferenciação. Existem ainda ganhos indiretos obtidos pela diminuição dos custos de manutenção dos veículos, pois a utilização dos motores dentro das faixas de rotação adequada, aliada à redução de acelerações e frenagens bruscas, que conservam mais outros sistemas do veículo, podem diminuir custos em longo prazo.

Outro fator que vem tomando destaque na gestão de frotas e por consequência tem um impacto nos custos é o controle da jornada de trabalho dos motoristas. De acordo com a lei 13.103/2015 Art. 67-C, É vedado ao motorista profissional dirigir por mais de 5 (cinco) horas e meia ininterruptas em veículos de transporte rodoviário coletivo de passageiros ou de transporte rodoviário de cargas.

O Art 67-E orienta que o tempo de direção será controlado mediante registrador instantâneo inalterável de velocidade e tempo e, ou por meio de anotação em diário de bordo, ou papeleta ou ficha de trabalho externo, ou por meios eletrônicos instalados no veículo, conforme norma do Contran.

O equipamento eletrônico ou registrador deverá funcionar de forma independente de qualquer interferência do condutor, quanto aos dados registrados. Uma forma de se fazer o monitoramento e o registro é por meio de objetos conectados à Internet, como apresentado a partir da próxima seção.

2.3. Internet das Coisas

A internet das coisas diz respeito ao grande e cada vez maior conjunto de dispositivos, aqui denominados de coisas, operando conectadas entre si em utilizando-se da internet.

De acordo com Carrion e Quaresma (2019), as coisas seriam objetos interconectados, com papel ativo no que pode ser chamado de internet futura. Em termos concretos, a origem semântica da expressão Internet das Coisas é composta por duas palavras e conceitos: em “Internet”, tem-se o protocolo de comunicação, e em “Coisas”, objetos não identificáveis com precisão. Ainda conforme Bassi e Horn (2008) apud Carrion e Quaresma (2019), tais coisas são as que operam em espaços inteligentes, e usam interfaces inteligentes, para se conectarem e se comunicarem dentro de contextos sociais, ambientais e de usuários. Para Moon (2016) apud Carrion e Quaresma (2019), o fluxo de dados nesse contexto pode ser entendido como a lista a seguir, que aponta a transformação dos dados de um objeto inteligente para os consumidores finais:

- Centro de dados (Cloud) – Segundo, os dados transportados a partir das máquinas conectadas são armazenados e analisados por meio de computação em nuvem;
- Aplicação (Software) – Depois, aplicações controlam os dados analisados e fornecem serviços ao usuário final;
- Consumidor – Por fim, o consumidor (usuário final) compartilha informações úteis com serviços e outras pessoas.

A onda crescente de objetos conectados começa a despertar novos modelos de negócio, invadindo o mundo das máquinas de todos os tipos e passa a ser conhecida como a Internet Industrial das Coisas, conforme explanado na próxima seção.

2.4. Internet industrial das coisas

De acordo com o entendimento dos autores deste relato, o adjetivo industrial do termo *Industrial Internet of Things*, se traduzido para a língua portuguesa, é mais abrangente do que o próprio adjetivo sugere. Conforme Bruner (2013), a internet industrial é uma abordagem para reunir software e máquinas, conectando-os à Internet pública. Ainda de acordo com Bruner (2013), a internet industrial não se refere necessariamente à conexão de grandes máquinas à Internet, ao contrário, refere-se a máquinas que se tornam nós em redes difundidas que usam protocolos abertos, onde essas máquinas publicam dados para destinatários autorizados e recebem comandos operacionais de remetentes autorizados. Conforme os autores, essas máquinas não necessariamente fazem parte de uma planta industrial, como o nome sugere. Essas máquinas fazem parte de um ecossistema muito mais abrangente, por isso a tradução literal do adjetivo para a língua portuguesa, podem restringir a análise do termo sem o devido contexto apresentado. Trata-se de equipamentos que constituem cidades conectadas, equipamentos de transporte, equipamentos para agricultura, energia entre outros, todos conectados em uma rede pública interagindo entre si.

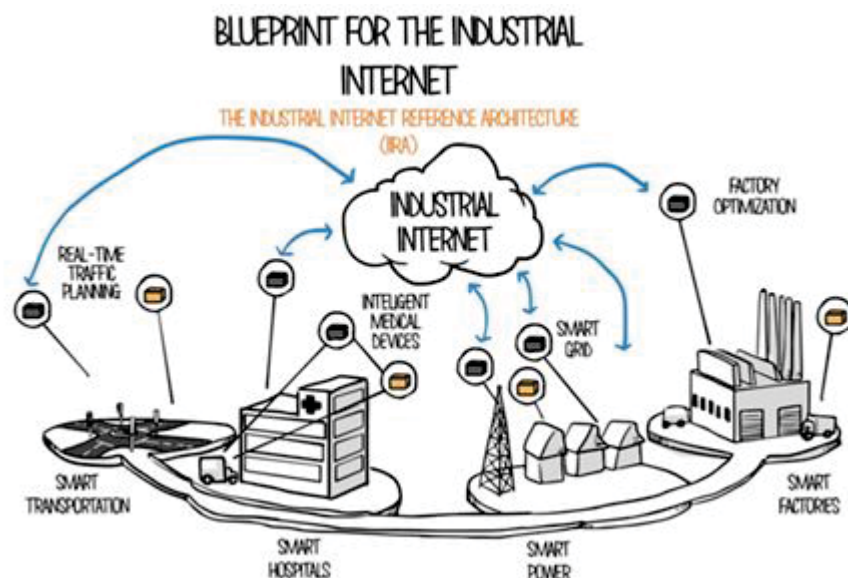


Figura 4: Conceitualização de Internet Industrial. (Abimaq-Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. (<http://www.camaras.org.br/Arquivos/Download/Upload/2513.pdf>))

De um ponto de vista pragmático, podemos direcionar que, a internet das coisas está diretamente ligada às pessoas que a consomem, que recebeu a maior parte da atenção até agora, tem o potencial de mudar a maneira como interagimos com o mundo ao nosso redor. A Internet Industrial das Coisas, está ligada diretamente às plataformas de análise de dados, máquinas, processos conectados e ecossistemas que se interoperam (Lessard, 2014).

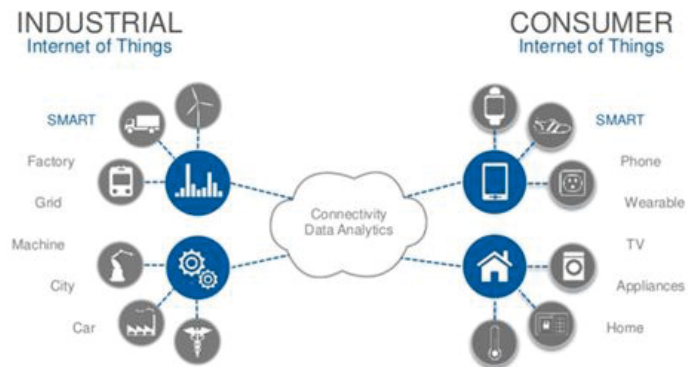


Figura 5: Comparativo entre Internet Industrial das Coisas e Internet das Coisas. (Lessard, 2014).

De acordo com o entendimento dos autores, está tornando-se mais comum se conectar sensores, equipamentos e processos às redes, coletar dados e, eventualmente até controlá-los remotamente. A acessibilidade, juntamente com os sensores, redes difundidas e poder computacional cada vez mais barato, facilitou a criação de soluções que, embarcadas a máquinas, as tornam inteligentes. Isso se dá ao fato do custo dos sensores

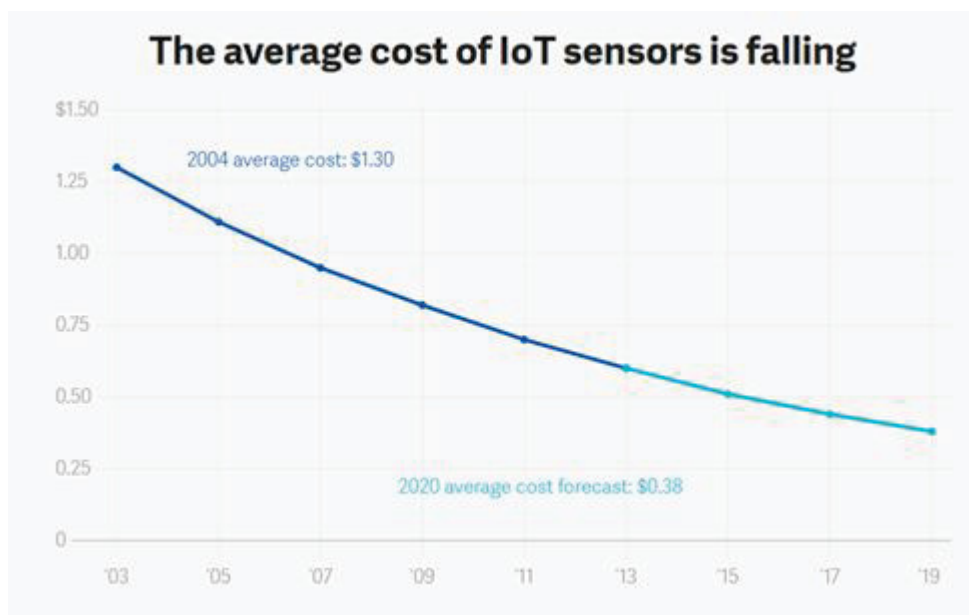


Figura 6: Custo médio dos sensores nas últimas duas décadas. (<https://theatlans.com/charts/BJsmCFAI>).

Mais objetos conectados, levam a mais dados gerados que, levam a mais processamento requerido e que, leva a mais armazenamento requerido. Porém, essa cadeia, tem se tornado de certa forma, mais acessível, a medida as soluções baseadas nesse modelo têm ganhado escala. “O poder de computação aumentou 10.000 vezes desde o ano 2000. O custo de armazenamento dos dados também diminuiu cerca de 3000 vezes desde o ano 2000. Houve um crescimento exponencial dos dados criados devida à ascensão da internet, a revolução dos smartphones e as mídias sociais. Os dados estão onipresentemente disponíveis agora.” (Menon, 2018).

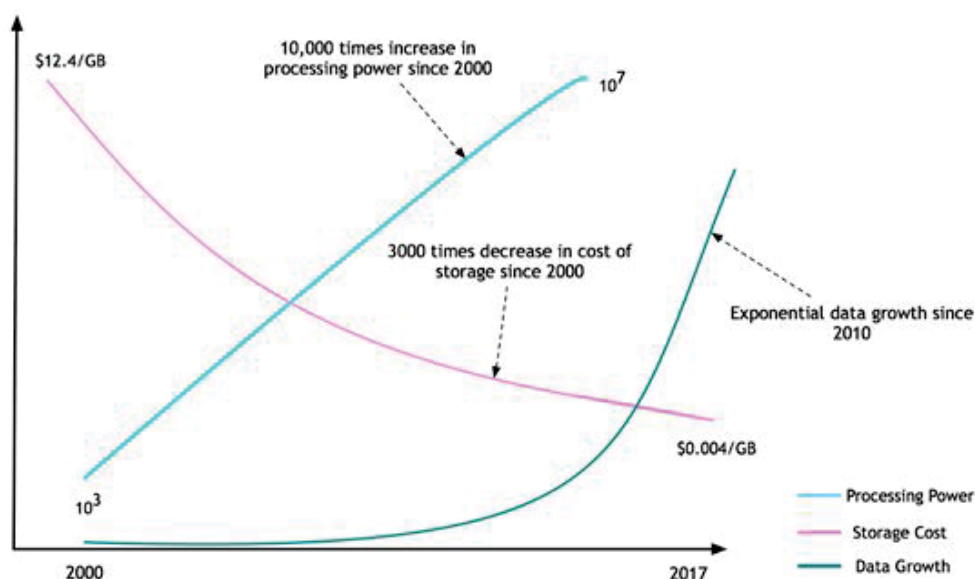


Figura 7: Tendência de Potência de Processamento Computacional e Custos de Armazenamento. (Menon, 2018).

A conexão de ativos segue a grande tendência, até porque, não só novos produtos serão fonte de receita, mas também novos modelos de negócio usando produtos já existente.

Entretanto, para conectar monitorar um ativo, é necessário seguir alguns critérios. Assim como para construir uma casa é preciso um desenho de referência, com figuras padronizadas para o claro entendimento de qualquer mestre de obras, um projeto de Internet Industrial das Coisas também parte de uma referência comum, qual é denominada: Arquitetura de Referência, que será abordada na seção seguinte.

2.5. Arquitetura de referência para Internet industrial das coisas.

A fim de fomentar, testar e validar conceitos e aplicações de Sistemas de IIoT, criaram-se ao redor do mundo, instituições que, não operam como padronizadoras, mas sim como orientadoras de boas práticas para sistemas de IIoT. Entidades como o IIC (industrial Internet Consortium) nos Estados Unidos da América e a ABII (associação Brasileira de Internet Industrial) do Brasil, compartilham da mesma visão e missão. O IIC criou uma arquitetura de referência para sistemas de Internet Industrial das Coisas. Essa arquitetura de referência fornece orientação para o desenvolvimento de arquiteturas de sistemas, soluções e aplicações. Fornece definições comuns e consistentes para o sistema interessado, padrões de projeto e um vocabulário comum para que se possa discutir uma especificação de implementações e comparar opções. Para atender a essa necessidade, o Industrial Internet Consortium serviu-se da ISO / IEC / IEEE 42010: 2011 para definir a Estrutura de Arquitetura da Internet Industrial (*Industrial Internet Architecture Framework*). No Brasil, a ABII compartilha, com permissão, da mesma arquitetura de referência desenvolvida pelo IIC.

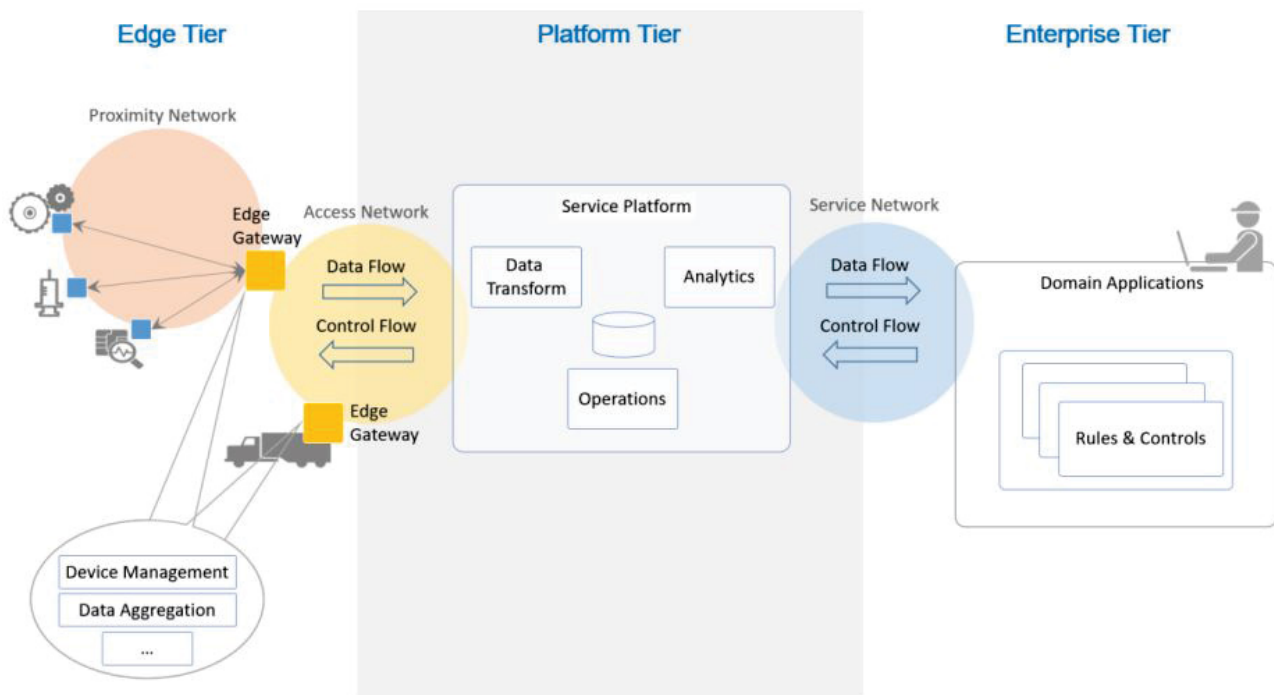


Figura 8: Arquitetura Referência para sistema de Internet Industrial das Coisas. (Industrial Internet Consortium, 2017).

Então, baseado no entendimento da arquitetura de referência, é possível agora, transpor o monitoramento de frotas sobre ela. Para tanto, na próxima seção faz-se uma abordagem da coleta de dados de um veículo, visto que, conforme indicado na Arquitetura de Referência, é o ponto de partida.

2.6. Coleta de Dados por veículo

A coleta de dados do veículo como velocidades, acelerações, condições do motor através de telemetria, é cada vez mais valorizada no mercado de transporte de cargas (Bordin, 2008 *apud* Tovar 2019). Telemetria, por sua vez, significa realizar medições à distância, ou em local remoto (Mattos, 2004 *apud* Tovar 2019). Existem aproximadamente 2 milhões de caminhões rodando nas estradas hoje (ANTT, 2020). De acordo com Tovar 2019, desde 2006, praticamente 90% das frotas já utilizavam tecnologia de monitoração, rastreamento ou bloqueio do veículo.

Os indicadores de desempenho de frotas, contribuem de maneira extremamente relevante para a gestão de frotas e por consequência, a redução dos custos da empresa. Segundo Santos et al, (2012) *apud* Tovar (2019), esses são índices desenvolvidos dentro de cada organização visando aos principais pontos que impactam na sua operação. Há, indubitavelmente, uma tendência clara do mercado de transporte de cargas em adotar tecnologias de otimização de operação e redução de custos.

A Internet das Coisas, em inglês Internet of Things (IoT), segundo Macaulay et al. 2015 *apud* Tovar 2019, pode ser definida simplesmente como uma rede de conexão de objetos físicos. A IoT marca um período único na vida da Internet e representa para o setor de transporte uma nova onda de ganhos em eficiência no controle de tráfego e gestão de frotas.

Aplicar a IoT no monitoramento operacional de caminhões e frotas promete um impacto substancial. É possível monitorar o status de ativos, parcelas e pessoas em tempo real na cadeia de valores; medir como esses ativos estão performando e realizar mudança no que estão realizando no momento (e o que vão realizar em seguida); otimizar processos de negócio para eliminar intervenções manuais, melhorar a qualidade e previsão, reduzir os custos; otimizar como pessoas, sistemas e ativos trabalham juntos e coordenar suas atividades. E, finalmente, é possível aplicar abordagem analítica em toda a cadeia de valor para identificar maiores oportunidades de melhoria e melhores práticas (Macaulay et al., 2015 *apud* Tovar 2019).

Como visto, os dados são o combustível de um sistema IoT ou IIoT, e assim como qualquer combustível, provém de de uma fonte, fonte essa formada por sensores, conforme abordado na seção seguinte.

2.7. Sensores e variáveis disponíveis em veículos

Com a escalabilidade de sistemas IIoT, é possível rastrear componentes e produtos individuais enquanto eles viajam em navios, aviões ou caminhões. É possível monitorar com precisão, não apenas os produtos, mas também máquinas e processos, como os próprios navios, aviões ou caminhões. O avanço da eletrônica permite que sensores sejam cada vez menores, mais potentes e consumam menor quantidade de energia. Com os sensores conectados, as empresas de equipamentos podem monitorar o desempenho da máquina continuamente e agendar a manutenção somente quando necessário, ou prever quando há risco de avaria. “A aplicação desta tecnologia pode reduzir os custos de manutenção em até 25%, reduzir as interrupções não planejadas em até 50% e prolongar a vida útil das máquinas por anos” (Manyika e Chui, 2015).

Em veículos automotores, os sensores, em grande maioria, não possuem conexão direta com a Internet. Esses sensores e atuadores, medem e controlam variáveis, desde que estejam interligados a um módulo eletrônico de processamento. Segundo Koscher et al 2010, *apud* Torini et al 2018, Os automóveis modernos são controlados por uma combinação heterogênea de componentes digitais que supervisionam uma ampla gama de funcionalidades, incluindo o sistema de transmissão, injeção de combustível, freios, iluminação, entretenimento, entre outros. Na verdade, muito poucas operações não são mediadas pelo controle de computador. Estima-se que um veículo de luxo moderno inclui de 70 a 100 ECUs, *Electronic Central Unit*, Unidades de Controle Eletrônicas, no seu interior, todos interconectados.

Marques 2004, demonstrou em seu trabalho como conseguir fazer o monitoramento via scanner acessando a rede CAN (Controller Area Network) através da saída OBDII do dois modelos de carros populares, um Palio Weekend, com sistema V.e.N.I.C.E, que foi implantado nos carros fiat a partir do ano 2000 e um no modelo Ford Fiesta Personalite, os quais não foram especificado a data de fabricação de ambos. O referido autor, conseguiu monitorar fatores mais relacionados a motor, painel de instrumentos, suspensão e carroceria. Contribuindo com esse pensamento, Arruda Jr (2014), também utilizou-se do acesso, através da Rede CAN, aos ECUs para fazer o remapeamento, que no caso foi utilizada para leitura e gravação dos mapas de torque e potência para atingir os resultados já mencionados na seção 2.2 deste trabalho. A próxima seção discorre mais sobre sistemas de comunicação de bordo em veículos.

2.8. Sistema de comunicação de bordo de veículos

Segundo Marques (2004), Sistemas automotivos (automóveis, ônibus, trens, etc), embarcações marítimas e aeronaves contêm um grau de sofisticação que os tornam “inteligentes”. Para tanto, a quantidade de informações de naturezas diversas nestes sistemas é imensa e os hardwares que as processam e os meios físicos pelos quais estas informações circulam vem evoluindo com alto grau tecnológico.

A evolução da eletrônica embarcada e o controle crescente de variáveis, fez com que as redes de comunicação ganharam mais relevância em sistemas de controle veicular. Uma arquitetura utilizando redes de comunicação eliminam componentes em excesso, pois as informações necessárias para mais de uma unidade de controle, são transmitidas pela rede simplificando o sistema eletroeletrônico do veículo. De acordo com Marques, 2004, em 1986 uma rede de comunicação foi criada pela empresa alemã Bosch, facilitando a troca de dados entre os módulos veiculares além de facilitar o diagnóstico de problemas. Inicialmente esse sistema era voltado para indústria automotiva, mas alcançou outros ramos industriais devido à sua eficiência e confiabilidade (Cavalcante, 2018). Essa rede é conhecida como REDE CAN (Controller Area Network). O protocolo CAN é empregado em automóveis fabricados pela maioria da indústria automotiva, entre elas: Citroen, Audi, Ford, Volkswagen, Fiat, Peugeot, Renault entre outras (Marques, 2004). corroborando com essa afirmação, Carvalho, 2017 *apud* Torini et al 2018, diz: “quase todo carro fabricado nas regiões dos tratados comerciais, EMEA (Europem, MiddleEast, and Africa), NAFTA (North American Free Trade Agreement), LATAM (Latin America) e APAC (Asia-Pacific) empregam o barramento CAN”. Conforme mencionado na seção 2.7, a rede CAN permite o On-Board Diagnostic, assunto explanado na seção a seguir.

2.9. On-Board Diagnostic – OBD

O sistema de diagnóstico OBD (On Board Diagnostics) começou a ser desenvolvido em meados da década de 1960. O objetivo inicial desse sistema era o controle das taxas de emissão de carbono, contudo, sua aplicação acabou se ampliando e abrangendo o sensoriamento de diferentes módulos veiculares.

A primeira versão desse sistema, hoje conhecida como OBD-I, não apresentava uma padronização nem em relação aos conectores nem aos protocolos usados. Cada empresa desenvolvia seu produto com seus critérios e normas próprias, o que dificultava o acesso às informações sobre avarias do veículo (Cavalcante, 2018).

A partir da década de 90, mais precisamente 1.996, nos Estados Unidos, e na Europa a partir de 2000, a indústria automotiva passa atender o padrão OBDII. O padrão OBDII propostos baseiam-se em normas estabelecidas pela SAE (Sociedade dos Engenheiros Automotivos) e pela ISO (Organização Internacional de Normas).

De acordo com Cavalcante 2018, a segunda geração do diagnóstico de bordo apresenta também uma lista maior de elementos monitorados. A evolução do On-Board Diagnostic é abordada na seção seguinte.

2.10. Monitoramento de variáveis via OBDII

Os módulos eletrônicos de um sistema veicular podem trocar dados entre si. Esses dados podem ser extraídos desses módulos permitindo assim que informações possam ser geradas a partir desses. De acordo com (Cavalcante, 2018), algumas das variáveis que podem ser monitoradas via OBDII, são, via de regra mais não restritiva aos exemplos a seguir: Sensor de oxigênio, Sistema de combustível, Sistemas e componentes elétricos, Sistemas Eletrônicos, Códigos de falhas, Parâmetros do motor, Memorização de avarias entre outras.

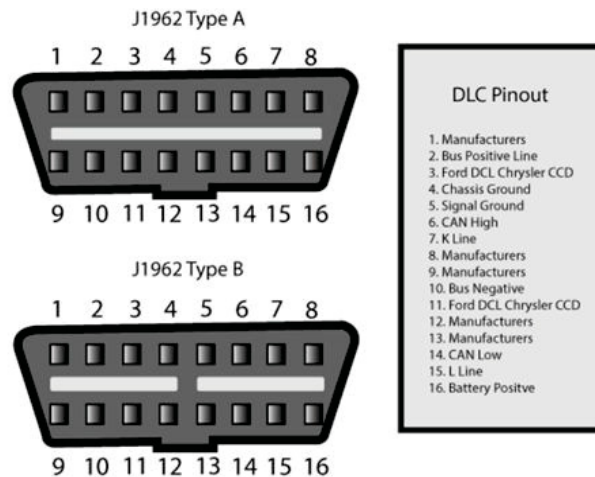


Figura 9: Conector OBDII (Cavalcante, 2018).

2.11. Sistema de monitoramento veicular

Entende-se que, como em qualquer modelo de negócio, a correlação entre dados é uma ferramenta crucial para tomada de decisão, podendo a partir dela, garantir a perenidade do negócio.

O sistema de monitoramento proposto, consiste em coletar os dados do veículo por meio do conector OBDII e a partir dele, gerar informações relevantes para o usuário.

Por meio dos dados correlatos, o usuário poderá encontrar a melhor eficiência para um dado deslocamento ou mesmo atuar de forma preditiva na manutenção do veículo ou mesmo.

O sistema de monitoramento baseia-se em uma arquitetura de IIoT, onde três camadas são fundamentais:

- Borda;
- Plataforma;
- Empresa ou camada de utilização.

Os dados extraídos da borda (veículo) chegam até a camada da plataforma por meio de um Gateway.

2.12. Gateway

De acordo com o entendimento dos autores, baseado na obra de Lugli e Santos (2019), Gateway para o português, tem por definições “porta” ou “portal de entrada”. Nada mais é do que um dispositivo que tem como papel principal estabelecer a comunicação entre duas redes, obedecendo os protocolos de configuração e agindo adequadamente para manter a comunicação entre as partes.

Gateway consiste em um dispositivo intermediário que tem como propósito interligar redes e traduzir protocolos.

Uma de suas principais funções é controlar o tráfego de informações entre um equipamento, podendo este ser um computador ou smartphone, e a internet. Uma segunda função do dispositivo é fornecer recursos de segurança, gerenciando as informações que são recebidas e enviadas da rede interna. As interfaces entre as camadas de: borda; plataforma e Utilização são executadas por meio de aplicações de interface, ou tecnicamente conhecidas como API, Application Programming Interface, sigla em Inglês.

2.13. API - Application programming interface

A API é o acrônimo de Application Programming Interface ou, em português, Interface de Programação de Aplicativos. Esta interface de programação é um conjunto de padrões de programação que permitem a construção de aplicações que fazem a troca de informações entre sistemas de informação (ROGER, 2011).

Uma Interface de Programação de Aplicação (API) é definida por Inácio Jr. (2007) apud Ribeiro e Zorzal (2011), como a especificação em linguagem de programação de um módulo de software onde outros módulos podem ou não depender. Dentre as características de uma API, as principais são:

Ocultar informações: capacidade de restringir o acesso à lógica interna de programação;

Interoperabilidade: capacidade de agir como ponto de ligação entre sistemas distintos, mesmo se escritos em linguagens diferentes;

Estabilidade: uma API trata especificamente de um módulo de um software, e este módulo é em geral bem testado, e desenvolvido em compatibilidade com versões e sistemas que o utilizam. Por conta da arquitetura de um projeto de IoT ou IIoT, as APIs rodam junto com as demais aplicações, quais são baseadas em nuvem. Conforme descrito na próxima seção, a Computação em Nuvem é uma das camadas fundamentais em o desenvolvimento de projetos IIoT.

2.14. Computação em nuvem

De acordo com a Arquitetura de Referência para sistemas de Internet Industrial das Coisas, as operações e análise de dados são processadas na plataforma de serviços. Essa plataforma de serviços, devida a necessidade de flexibilidade e capacidade de armazenamento e processamento, são hospedadas em nuvem, ou seja, tem-se uma computação baseada em nuvem ou Cloud Computing. De acordo com Pedrosa e Nogueira (2011), entre 2015 e 2019, a computação na nuvem ou Cloud Computing é um novo modelo de computação que permite ao usuário final acessar uma grande quantidade de aplicações e serviços em qualquer lugar e independentemente da plataforma, bastando para isso ter um terminal conectado à “nuvem”.

3. HIPÓTESE DE SOLUÇÃO

Neste capítulo será abordado a proposta de uma arquitetura geral, não específica e direcionada a um conjunto de dispositivos específicos a serem utilizados para o atingimento do objetivo de coletar as informações disponíveis no veículo. A principal intenção aqui é generalizar a estrutura macro a ser utilizada como habilitador dos recursos necessários à captação das informações desejadas para o efetivo monitoramento e gerenciamento do veículo ou frota de transporte.

3.1. Arquitetura do sistema

A extração dos dados via OBDII já existe no mercado e está consolidada. Atualmente existem inúmeros dispositivos capazes de ler e coletar os dados via conector OBDII, cada um com sua particularidade, capacidade e necessidade. De acordo com as necessidades do cliente, pode-se optar pelo dispositivo que mais se adequa à necessidade esperada do gestor ou cliente. Dentre os dispositivos mencionados, pode-se citar de forma não extensiva, mas a título de exemplificação, dispositivos de hardware acoplados a saída OBDII, mais baratos e simples como descrito detalhadamente no trabalho de Marques, 2004, passando por hardware como Raspberry, Arduino, ou ainda dispositivos mais complexos e integrados como o da série GV da empresa Queclink.

O objetivo principal deste trabalho, não é a seleção inicial de um dispositivo específico, mas sim, generalizá-lo e disponibilizá-lo na arquitetura de coleta de dados de acordo com a necessidade.

Entretanto, o Autor sugere que o dispositivo para essa aplicação possua capacidade de armazenamento de um buffer de dados, ou ao menos que possua uma interface com outro dispositivo, qual tenha capacidade de armazenamento. Ainda conforme o Autor, o armazenamento garante que, em determinados momentos, onde não haja conectividade com a nuvem, os dados coletados permaneçam armazenados e, tão logo o sinal se restabeleça, os dados possam ser enviados para a nuvem.

O fluxo de dados, inicia a partir da borda, onde são coletados e enviados para a nuvem, por meio de conexão GPRS, 3G ou 4G, dependendo do sinal da cobertura. Em caso de falta de conexão, os dados são armazenados no próprio dispositivo de coleta, afirma o Autor. Ao entrar em área de cobertura, os dados são enviados em formato de fila, obedecendo a ordem do mais antigo para o mais recente.

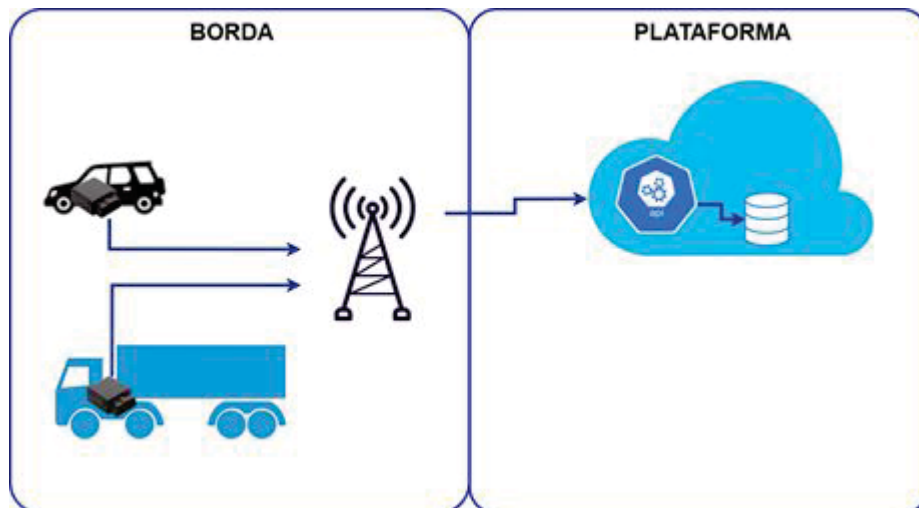


Figura 10: Arquitetura do sistema demonstrando o fluxo de subida de dados. (O autor, 2020).

A captura desses dados é efetuada por meio de uma API rodando em nuvem que, captura o dado e em seguida o armazena em um banco de dados dentro de um servidor hospedado na nuvem. De acordo com o Autor, para garantir a segurança e facilidade no tratamento dos dados, cada banco de dados é dedicado ao seu determinado cliente.

Ainda de acordo com o Autor, com os dados coletados e armazenados organizadamente no banco de dados, a camada de utilização acessa esses dados por meio de outra API. A partir deste ponto, na camada de utilização, os dados são dispostos de forma que possam ser transformados em informação.

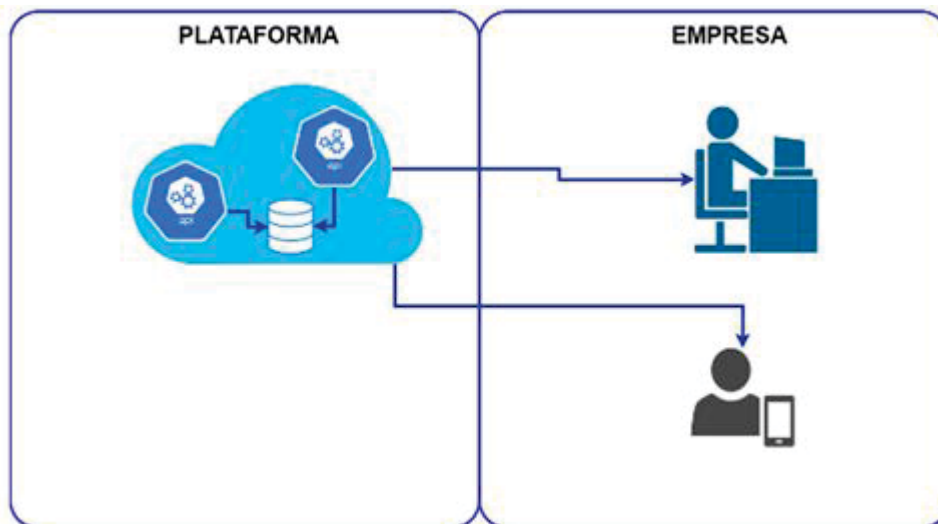


Figura 11: Arquitetura do sistema demonstrando o fluxo de dados entre a nuvem e a utilização. (O Autor, 2020).

De acordo com o autor, na camada de utilização, a aplicação é estruturada de modo que, as informações solicitadas pelo usuário possam rapidamente lhe fornecer argumentos para a sua tomada de decisão, ou mesmo apenas apresentar indicadores instantâneos, como por exemplo, localização do veículo, distância percorrida, consumo instantâneo e ou acumulado, tempo de funcionamento do veículos, horas trabalhadas, entre muitos outros fatores que podem auxiliar diretamente na gestão eficiente dos veículos ou frota.



Figura 12: Arquitetura do sistema de monitoramento veicular. (O Autor, 2020)

A seguir será apresentado os resultados esperados, bem como os principais indicadores de monitoramento que poderão ser utilizados pelos gestores para garantir a melhor eficiência e rentabilidade do veículo ou frota.

4. RESULTADOS ESPERADOS

Através da coleta de dados disponibilizadas pelo ECUs, com seu devido barramento e identificação, pode-se construir um dashboard, que do ponto de vista primário, pode-se aferir as seguintes medições como indicadores principais para garantir a eficiência do veículo, nominal e acumulada, através da duração prevista da viagem versus tempo real executado, bem como, os seus respectivos consumos. Pode-se assim, correlacionar o histórico das viagens, e suas rotas, quilometragem rodada, com a velocidade aplicada na rota. Logo os indicadores a seguir seriam os de primeira ordem de monitoramento:

- Histórico de viagens;
- Rotas percorridas;
- Velocidade e quilometragem rodada;
- Consumo de combustível (horário e acumulado);
- Acelerações e desacelerações bruscas;

De forma secundária, mas ainda na esfera de análise do monitoramento da eficiência do transporte, assume-se que com as informações obtidas pelo ECUs será possível compor direta ou indiretamente, através de um tratamento básico do dados, analytics, obter-se os seguintes indicadores:

- Tempo de movimentação;
- Tempo de paradas;
- Horas de Jornada trabalhadas ininterruptamente (Requisito Legal);
- Horas paradas por Mês;
- Quilometragem rodada em vazio;

E por último, mas não menos importante, utilizando-se de apontamentos manuais ou coletados automaticamente, pode-se obter históricos importantes do veículo, correlacionados com potenciais incidentes e/ou execução de manutenções corretivas e ou preventivas, desta forma, podendo-se ter maior previsibilidade e respostas mais rápidas e assertivas, por parte do condutor ou propriamente do gestor, através dos indicadores, tais como:

- Registro e armazenamento de incidentes/Falhas reportados pelos ECUs (Unidades de controle eletrônicas);
- Excesso de velocidade correlacionado com o número de incidentes;
- Horários de saídas e chegadas (Ociosidade entre chegadas e saídas);
- Registros de sinistros e atrasos com os respectivos motivos;
- Manutenções realizadas na sede ou durante as viagens;
- Controle de limpeza, lubrificação e aperto (periódicos);
- Subdimensionamento da carga (eficiência da capacidade);

Tendo exposto todas as alternativas de indicadores possíveis de monitoramento e controle passamos para as considerações finais, que pode ser observado na sequência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permite verificar-se que o setor de gerenciamento de frota anseia por recursos que promovam a melhoria dos processos em áreas como controle de custos e dos requisitos regulatórios mínimos. Apesar da existência de alguns sistemas nesse seguimento, foi observado uma forte carência na aplicação de soluções mais inteligentes e que entreguem os indicadores realmente relevantes para o correto gerenciamento do caminhão ou frota.

Foi constatado também que os veículos produzidos na última década já possuem um alto sensoriamento, tais sensores são, além de essenciais, também habilitadores para se entregar os dados necessários no desenvolvimento de um sistema IoT de gerenciamento de frota. E em paralelo a isso foi identificado a existência da rede CAN, *Controler Area Network*, uma rede desenvolvida e amplamente utilizada para preparar esses dados oriundos das várias centrais existentes nos veículos, num formato pré definido e considerado apropriado para a exportação de dados, que será feita por meio da saída OBD II, *On Board Diagnostics*, recurso este que simplifica a coleta e o armazenamento desses dados.

Tendo todos esses recursos já disponíveis e embarcados no veículo, entende-se que, para aplicação, é possível seguir com o desenvolvimento de uma arquitetura inteligente conforme apresentada nas seções anteriores deste relatório, composta basicamente pela seguinte estrutura, *gateway, cloud, analytics* e uma plataforma amigável para realizar a conversão dos dados em informações de qualidade que realmente atendam às necessidades dos gestores da frota.

Portanto, olhando-se pelo ponto de vista de viabilidade técnica de acesso através de Rede CAN para monitoramento e controle dos ECUs, uma quantidade grande de autores demonstram como fazer esse tipo de acesso, conforme citamos aqui, Araújo Jr (2014) e Marques (2004), servem de referência para validação da viabilidade técnica da utilização deste modelo.

Olhando para o lado da viabilidade financeira, comparando-se com o valor do ativo, caminhão, pode-se dizer que a implementação do sistema não representa um valor circunstancial, além de como menciona Cruvinel, Pinto e Granemann, (2012) apud Araujo Jr. (2014), considerando-se a autonomia dos veículos de transporte de carga entre 3,7 Km/l, e 2,2 km/l, adicionado ao fato apresentado na pesquisa do caminhoneiro realizada em 2012 pela Confederação Nacional do Transporte, a qual informa que, a quilometragem anual média percorrida por este tipo de veículo é da ordem de 100.000 km/ano. Entende-se que somente com a economia de combustível, como apontado por Arruda Jr. (2014) na seção 2.2, conclui-se que, pode-se ter uma redução dos custos diretos na ordem de R\$20.000/ano, sem detalharmos potenciais melhorias de custos de manutenção e da vida útil do veículo. Com isso, entende-se que não há dúvidas dos benefícios financeiros trazidos pela implementação do sistema de monitoramento proposto.

E finalmente, do ponto de vista de escalonamento do negócio, pode-se afirmar que, somente observando-se o Brasil, há um mercado latente, com mais de 2 milhões de potenciais clientes, já a zero hora, se formos considerar somente no modal de transporte terrestre de cargas, no entanto, esse modelo pode-se ser aplicado também para empresas de transporte de passageiros, ônibus, empresas de aluguel de veículos, transporte executivo e por que não, veículos particulares, aumentando exponencialmente o tamanho do mercado consumidor.

Desta forma, conclui-se que os objetivos deste trabalho foram atingidos na sua totalidade, não restando dúvidas das potencialidades do modelo, bem como de sua escalabilidade.

Como sugestão de pesquisas futuras, sugerimos que seja feita a implementação propriamente dita da proposta, prototipagem e análise dos resultados, além de estudos teóricos relacionados a potenciais falhas de segurança, a fim de prevenir invasões indesejadas ao sistema CAN veicular, que não foi abordada neste levantamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CNT. Confederação Nacional do Transporte – Pesquisa CNT de perfil dos caminhoneiros 2016. Brasília, CNT, 2016. <<https://cnt.org.br/perfil-dos-caminhoneiros>>. Acesso em 20/07/2020.
- O ESTADÃO. Greve dos caminhoneiros: entenda o movimento que parou o Brasil. O Estado de São Paulo. São Paulo. 22 maio 2018. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral/perguntas-e-respostas-sobre-a-greve-dos-caminhoneiros.70002319904>>. Acesso em: 20/07/ 2020.
- Confederação Nacional de Transportes, Transporte em Números, Dezembro 2019. <<https://www.cnt.org.br/analises-transporte>>. acesso em 15/04/2020.
- Agência Nacional de Transportes Terrestres, <<http://portal.antt.gov.br/index.php>>, acesso em 15/04/2020.
- Kulović, Mirsad. (2004). Freight Transport Costs Model Based on Truck Fleet Operational Parameters. Promet (Zagreb). 16. 321-325. 10.7307/ptt.v16i6.608.
- Araújo, Maria da Penha S.; Bandeira, Renata Albergaria de Mello; Campos, Vania Barcellos Gouvea. Custos e fretes praticados no transporte rodoviário de cargas: uma análise comparativa entre autônomos e empresas. Journal of Transport Literature. vol.8 no.4 Manaus Oct. 2014. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2238-10312014000400009&script=sci_arttext#nt>. Acessado em 26/04/2020 às 14:58.
- Arruda Júnior, Jurandi da Silva. Desenvolvimento de um método para redução do consumo de combustível no transporte rodoviário de cargas. Capacitação, aplicações de torque e telemetria para veículos pesados. Brasília, 2014. <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/17898>> Acesso em 23/06/2020.

- BRASIL. Decreto n. 13.103, de 02 de mar. de 2015. Exercício da profissão de motorista; Brasília, DF, mar 2015. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13103.htm> acesso em 22/06/2020 às 15:24.
- Carrion, Patricia e Quaresma, Manuela. Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. *Human Factors in Design*, v. 8, n. 15, p. 049-066, 2019. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/3b8a/b3d6312e6b957ccea636f1cd3b1ec297d11e.pdf?_ga=2.240700615.552841533.1593381320-1304825915.1593381320> acesso em 30/06/2020.
- Bruner, Jon. *Industrial Internet*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2013.
- Lessard, Courtney. Engineering the Industrial Internet of Things. *Automation World*, 31 de outubro. 2014. Disponível em: <<https://www.automationworld.com/factory/iiot/article/13312669/engineering-the-industrial-internet-of-things>> acesso em 30/06/2020.
- The average cost of IoT sensors is falling. <<https://theatlask.com/charts/BJsmCFAI>> Acesso em 20/05/2020.
- Menon, Pradeep. An Executive Primer to Deep Learning. *Data Science Central*, 20 de fevereiro. 2018. Disponível em: <<https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/an-executive-primer-to-deep-learning>> acesso em 30/06/2020.
- IIC - Industrial Internet Consortium <<https://www.iiconsortium.org/IIRA-1.8.htm>> acesso em 04/07/2020.
- Tovar, Livia Goulart. O veículo conectado: perspectivas sobre a aplicação da internet das coisas no transporte de carga rodoviária / Livia Goulart Tovar ; orientador: Nelio Domingues Pizzolato. – 2019. Disponível em <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/42207/42207.PDF>>. Acessado em 26/04/2020.
- MANYIKA, James; CHUI, Michael. By 2025, Internet of things applications could have \$11 trillion impact. *Insight Publications*, 2015. Disponível em: <<https://fortune.com/2015/07/22/mckinsey-internet-of-things/>> acesso em 04/07/2020.
- Tironi, Pedro Ivo; Romeros, Felipe; Campos, Gustavo; de Souza, Andrey; Carvalho, Saulo. REDE CAN AUTOMOTIVA – PERSPECTIVAS GERAIS E VULNERABILIDADES. 1-6. 10.14295/2596-2221.xviceel.2018.166. <https://www.peteletricaufu.com/static/ceel/artigos/artigo_166.pdf> acesso em 21/06/2020.
- MARQUES, Marco Antonio; FRANCO, Lucia Regina Horta Rodrigues. CAN Automotivo Sistema de Monitoramento. 2004. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Itajubá.
- CAVALCANTE, Larissa Hinckel. Sistema de monitoramento automotivo via rede Can. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/329/LARISSA%20HINCKEL%20CAVALCANTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> acesso em 04/07/2020.
- LUGLI, Alexandre Baratella; SANTOS, Max Mauro Dias. *Redes industriais para automação industrial*. Saraiva Educação SA, 2010.
- Lugli, Alexandre Baratella e Santos, Max Mauro Dias, *Redes Industriais Para Automação Industrial - As-I, Profibus E Profinet*. 2 ed. - São Paulo: Érica, 2019.
- Roger, P. *Engenharia de Software: Uma abordagem Profissional*. [S.l.]: Bookman, 2011.
- Ribeiro, Marcos W. S., Zorzal, Ezequiel R. *Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências*. Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Uberlândia-MG, 2011. <https://dl.wqtxts1x7le7.cloudfront.net/33029714/2011_svrps.pdf?1392783489=&response-content-disposition=inlinene%3B+filename%3D2011_Svrps.pdf&Expires=1591211409&Signature=KJeTCqs-xKPIETE0357uaUH9gyP-sZqpwP3xHPGXZtEXCIcEJePBByM57BOcAFZOE9nxCw97WTib-kohfOL7Evtb1gDttUJundupV9HqM5AGblGNuU5w~IsgSZyVPByHEeBcSYB43dcXBRjLcqQGHm--nU3z4x0cBqT9PBmJY9A58~xKKsFJMOuqomohpvpDa-neOzOb5qClna2p7gj2NlyTLrGQzd9ZMxs1eZEqobYfiuEiM1qpdlfoJoO7KZFuEJ0vAe11R0EJzQB7eS8M9SWWHb-t9i3Sved9IcBWwwKUBLO7IyZtH~Gtu~vZny4NOd8zqudA3BnWKBvYF~AXYag__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5G_GSLRBV4ZA> acesso em 03/06/2020.
- PEDROSA, Paulo HC; NOGUEIRA, Tiago. *Computação em nuvem*. Acesso em, v. 6, 2011. Disponível em: <https://www.ic.unicamp.br/~ducatte/mo401/1s2011/T2/Artigos/G04-095352-120531-t2.pdf>
- Stewart, Matthew, *The Future of Computation for Machine Learning and Data Science*. <<https://towardsdatascience.com/the-future-of-computation-for-machine-learning-and-data-science-fad7062bc27d>> Acesso em 24/06/2020.
- Koscher, Karl; Czeskis, Alexei; Roesner, Franziska; Kohno, Tadayoshi; Checkoway, Stephen; McCoy, Damon; Kantor, Brian; Anderson, Danny; Shacham, Hovav and Savage, Stefan. Comprehensive experimental analyses of automotive attack surfaces. In: *USENIX Security Symposium*. 2011. p. 447-462. <<http://www.autosec.org/pubs/cars-usenixsec2011.pdf>> acesso em 04/07/2020.
- OLIVEIRA, Rafael Henrique de. Veículo-sensor: estado da arte e proposta de método orientativo para especificação do sistema de posicionamento veicular. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-07112017-153742/publico/RafaelHenriquedeOliveiraCorr17.pdf>> acesso em 04/07/2020.
- MACAULAY, Tyson. *RIoT control: understanding and managing risks and the internet of things*. Morgan Kaufmann, 2016.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.