

Uso de Internet das Coisas para Supervisão Remota de Locomotivas na ArcelorMittal Tubarão*

Anderson Ayres Bittencourt¹
Leandro Rodrigues Ramos²

Resumo

O monitoramento contínuo de variáveis discretas e analógicas localizados nas locomotivas sempre foi um alvo de interesse da equipe de manutenção das oficinas de transporte da ArcelorMittal Tubarão. Mesmo com a evolução na instrumentação dos veículos, as limitações de armazenamento nos supervisórios embarcados ainda era um fator limitante, levando em consideração a quantidade de variáveis envolvidas no processo. Além disto, com uma malha ferroviária de extensão superior a 70 km, a conectividade para um monitoramento *online* também se torna um desafio. Com a evolução dos frameworks para Internet das Coisas, associados a soluções em nuvem, protocolos de alta resiliência e melhora significativa na comunicação de dados móveis, possibilitou o desenvolvimento de um projeto piloto utilizando tecnologias IoT (*Internet of Things*) e Cloud, promovendo o monitoramento contínuo das variáveis de processo nas locomotivas da usina de forma integrada ao sistema de monitoramento de variáveis de processo (PIMS) presente na planta.

Palavras-chave: Monitoramento; IoT; Cloud; Locomotivas; Comunicação; PIMS.

USE OF INTERNET OF THINGS FOR REMOTE LOCOMOTIVE SUPERVISION AT ARCELORMITTAL TUBARÃO

Abstract

The continuous monitoring of discrete and analogue variables located in the locomotives has always been a target of interest for the maintenance staff of the ArcelorMittal Tubarão transport workshops. Even with the evolution in vehicle instrumentation, storage limitations in embedded supervisors were still a limiting factor, taking into account the amount of variables involved in the process. In addition, with a railway network of more than 70 km, connectivity for online monitoring also becomes a challenge. With the evolution of Internet of Things frameworks, associated to cloud solutions, high resilience protocols and significant improvement in mobile data communication, it has enabled the development of a pilot project using IoT (Internet of Things) and Cloud technologies, promoting monitoring continuous process variables present in the locomotives in an integrated way to the process variables monitoring system (PIMS) present in the plant.

Keywords: Monitoring; IoT; Cloud; Locomotives; Communication; PIMS.

¹ Graduado em Redes de Computadores e Pós-graduado em Gerenciamento de TI, Especialista na área de Engenharia de Automação de Processos, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

² Bacharel em Ciência da Computação pela UFMG, Pós-Graduado em Redes de Telecomunicações, UFMG e Eng Elétrica com ênfase em Sistemas Inteligentes para Automação, IFES. Especialista Desenvolvimento em Automação e Instrumentação. ArcelorMittal Tubarão. Vitória.

1 INTRODUÇÃO

As locomotivas existentes na ArcelorMittal Tubarão, antes da condução deste trabalho, não eram monitoradas de forma contínua. Variáveis de processo (Exemplo: temperatura de motor) se devidamente monitoradas de forma online (ou próximo de online) podem promover uma melhor iteração entre manutenção e operadores, reduzindo custos substanciais de manutenção.

Em 2016 iniciou-se um processo de atualização dos controladores lógicos programáveis em um conjunto de locomotivas na usina. Neste contexto, a equipe de manutenção em conjunto com a Engenharia de Automação avaliou a possibilidade de desenvolver uma solução para coleta contínua de variáveis dos PLC's, transmitindo de forma segura estes dados do campo para os sistemas de manutenção presentes na organização.

Um projeto piloto foi iniciado tendo como principais fatores motivacionais:

- Monitoramento contínuo de variáveis discretas e analógicas dos PLC's localizados nas locomotivas, proporcionando ações preventivas da equipe de manutenção. Solução parametrizável, fazendo uso de protocolos padrões de automação (OPC) o que facilita o *rollout* para outros tipos de veículos/equipamentos devidamente instrumentados;
- Solução ser integrada com o atual sistema de monitoramento de variáveis de processo de Tubarão (PIMS). Ambiente já amplamente utilizado pelo time de manutenção na usina, acelerando os resultados;
- Geração de alarmes, gráficos de tendência e histórico das variáveis de processo;
- Ampla cobertura com o uso redes de celulares 3G/4G. Solução resiliente a perda de conexões em áreas de sombra, fazendo uso de protocolos assíncronos com garantia de entrega (buffer local);
- Envio de informações de geolocalização, fazendo uso sinérgico do GPS embarcado;
- Uso de frameworks IoT (Internet das Coisas) e computação em nuvem (Microsoft Azure IoT Hub), promovendo uma comunicação *device-to-cloud* de forma coordenada e segura. Durante a evolução do piloto avaliou-se o uso de APN privada nas rede de celular, aumentando o nível de segurança da solução.

O piloto se desenvolveu estável em todo ano de 2017 em duas locomotivas, monitorando variáveis de processo e adicionalmente as coordenadas geográficas para avaliação posicional online a geração de relatórios de percurso.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Discussões preliminares sobre os requisitos de negócio foram realizadas entre as equipes de manutenção de transportes e engenharia de automação. Os PLC's foram cedidos com lógicas básicas para exposição de algumas variáveis contínuas e discretas afim de que fossem avaliada a arquitetura de comunicação entre hardwares IoT de mercado e o controlador, no caso equipamentos da FESTO com plataforma de desenvolvimento CODESYS v2. As duas alternativas iniciais para análise foram MODBUS/TCP e OPC. O protocolo MODBUS/TCP era implementado em diversos hardwares IoT avaliados, porém em contrapartida seria necessário alterar a lógica dos PLCs existentes para agregar blocos MODBUS. A alternativa OPC é implementada pela FESTO, para os controladores adquiridos, apenas na versão OPC/DA. Seria a opção menos intrusiva, mas com a contrapartida de que os equipamentos IOT precisariam trazer um sistema operacional Windows. Isto se dá pelo fato do OPC/DA ser intrinsecamente associado à tecnologia DCOM (Microsoft), o que nos levaria para uma linha de embarcar PCs industriais.



Figura 1. PLC's FESTO instalados em plataforma de testes da Automação

Outro ponto de análise foi identificar qual seria a maneira mais eficiente de transmissão dos dados coletados para dentro da organização, considerando abrangência de conectividade, desempenho, robustez e segurança. Para endereçar a abrangência de cobertura decidiu-se utilizar a rede de celulares (3G/4G), sendo que os equipamentos avaliados deveriam prover comunicação híbrida WLAN (WiFi) e WWAN (GSM/3G/4G).

A primeira frente de investigação foi um modelo tradicional de comunicação ponto-a-ponto entre dispositivos e empresa com uso de VPN's IPSEC e com toda conexão gerenciada pelo agente IoT de campo. Hardwares IoT foram avaliados com esta funcionalidade, porém adicionava uma complexidade na gestão destas redes VPN's além do risco associado ao volume de conexões entrantes na organização provenientes da Internet. Em muitos casos, também se deparava com deficiência nas soluções IoT para armazenamento local e sincronismo de dados em cenários de falha de conexão ou sombra de cobertura.

Mediante este cenário a equipe do projeto decidiu alterar a abordagem de toda a integração, fazendo uso de uma plataforma IoT de mercado que flexibilizasse o desenvolvimento da solução. A ArcelorMittal Tubarão já vinha fazendo uso da plataforma Microsoft Azure e neste contexto optamos por utilizar os componentes de IoT presentes na cloud Microsoft, o que proporcionou os seguintes benefícios:

- Gestão centralizada dos dispositivos IoT;
- Modelo de conexão passa a ser *device-to-cloud* e *enterprise-to-cloud*, eliminando conexões entrantes na organização provenientes da internet;
- Gestão da segurança da informação;
- Implementação de protocolos assíncronos (AMQP/MQTT) com garantia de entrega das mensagens.

Iniciou-se então um desenvolvimento interno fazendo uso dos SDK's.NET disponibilizados pela Microsoft para o Azure IoT Hub. O software agente de campo foi desenvolvido (C# .NET) e embarcado em um mini-pc industrial conjuntamente com o OPC Server (DA) FESTO, sobre sistema operacional Windows 10 IoT. De forma complementar, foi embarcado um hardware (tracker) com as funções de GPS, gerenciamento das conexões 3G/4G com duas operadoras (contingenciamento), e firewall. O desenho da figura 2 representa a arquitetura final da solução piloto.

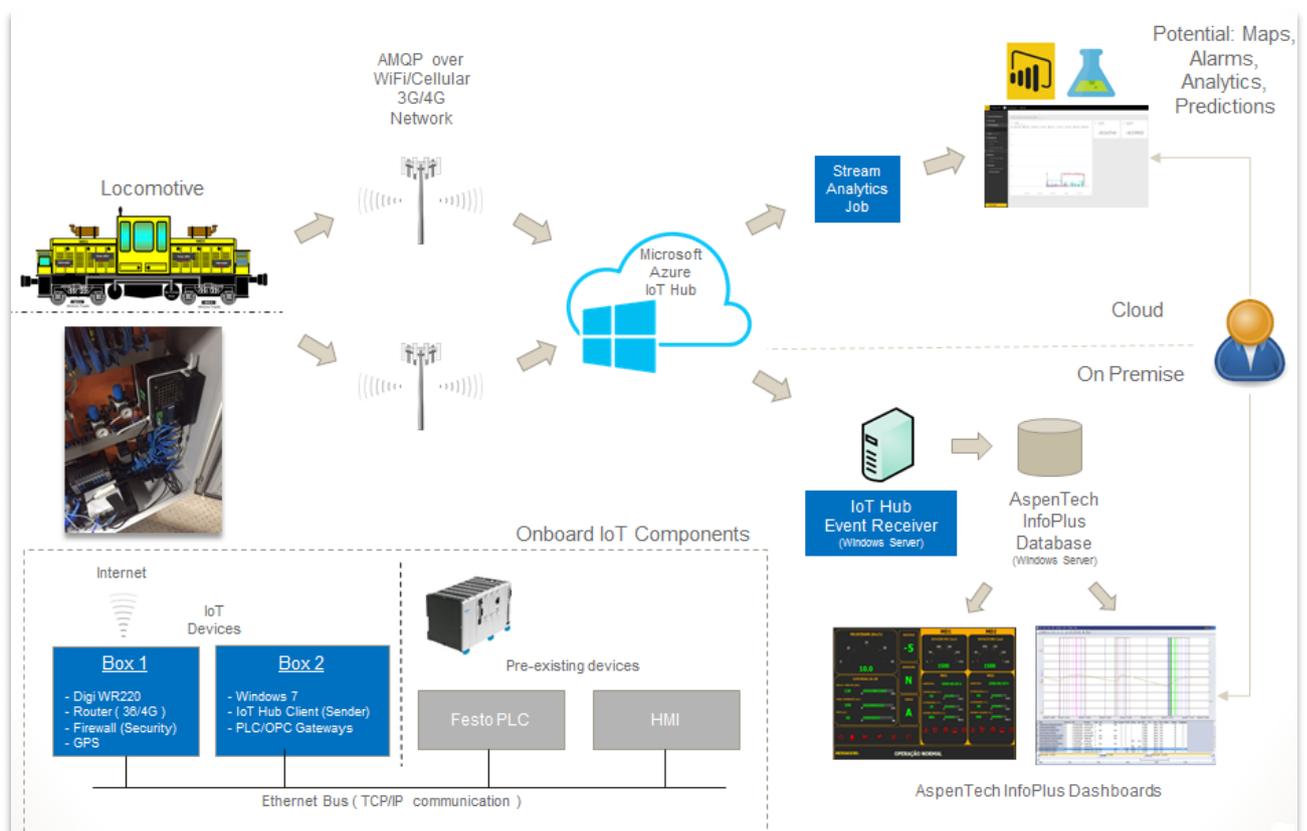


Figura 2.Arquitetura da Solução – Visão Geral

Todo processo de configuração dos agentes de coleta bem como formatação dos dados faz uso de protocolos padrões de mercado (Figura 3), facilitando o *rollout* da solução para outros cenários.

Complementando, foi desenvolvido o *gateway* de coleta de dados e integração com o sistema de manutenção (PIMS), bem como a customização de telas no PIMS (*cockpits*) para os times de manutenção.

Inicialmente, um total de 68 variáveis de processo foram monitoradas em uma única locomotiva, bem como informações de geolocalização (latitude, longitude e altitude) sendo geradas aproximadamente 20.000 mensagens de telemetria diariamente. Mediante o sucesso dos resultados preliminares, foi decidido replicar os investimentos para uma segunda locomotiva durante o piloto.

```

{"Device_Id":"LCM07","Latitude":20.245502,"Longitude":40.247628,"Altitude":292.0,"Speed":9.009009,"Time Stamp":"2017-04-06T08:06:00.0002131-03:00"}

{"Device_Id":"LCM07","Device_Protocol":"OPC","OPC_Tags":[{"Name":"bManetePosicao4_Aceleracao","Value":false,"Time Stamp":"2017-04-06T08:06:00.4214131-03:00","Quality":192}, {"Name":"iPosicaoManete","Value":3,"Time Stamp":"2017-04-06T08:06:00.4214131-03:00","Quality":192}, {"Name":"rVelocidadeLocomotiva_KmHora","Value":9.009009,"Time Stamp":"2017-04-06T08:06:00.4214131-03:00","Quality":192}]}

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<Config>
  <Device_Id>LCM07</Device_Id>
  <Device_Protocol>OPC</Device_Protocol>
  <GPS_Enabled>true</GPS_Enabled>
  <OPC>
    <ServerName>FestoCoDeSys.OPC.02</ServerName>
    <NodeName>192.168.2.100</NodeName>
    <TagGroup Name="LCM07_TAGS1" PoolingTime="5000">
      <TAG>.edManetePosicao5_Aceleracao</TAG>
      <TAG>.edManetePosicao4_Aceleracao</TAG>
      <TAG>.edManetePosicao3_Aceleracao</TAG>
      <TAG>.edManetePosicao2_Aceleracao</TAG>
      <TAG>.edManetePosicao1_Aceleracao</TAG>
      <TAG>.edManetePosicao0_Neutro</TAG>
      <TAG>.edReversaoFrente</TAG>
      <TAG>.edReversaoRe</TAG>
      <TAG>.edLimiteVelocidadeAlta_Baixa</TAG>
      <TAG>.edLigaMotorDiesel1</TAG>
      <TAG>.edBotaoReset</TAG>
      <TAG>.edPressostatoMotorDiesel1</TAG>
      <TAG>.edTemperaturaMotorDiesel1</TAG>
    </TagGroup>
  </OPC>
</Config>

```

Figura 3. Uso de XML e JSON para configuração e formatação de mensagens

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A solução está rodando desde dezembro de 2016 de maneira estável, gerando semanalmente em torno de 580 mil mensagens de telemetria no Microsoft Azure IoT Hub (2 locomotivas) com cerca de 72 variáveis monitoradas com diferentes tempos de coleta. Adicionalmente coordenadas geográficas passaram a ser coletadas conjugadas com a velocidade das locomotivas. O monitoramento deste tráfego bem como a gestão dos dispositivos pode ser feita de maneira centralizada na plataforma Azure (Figura 4).

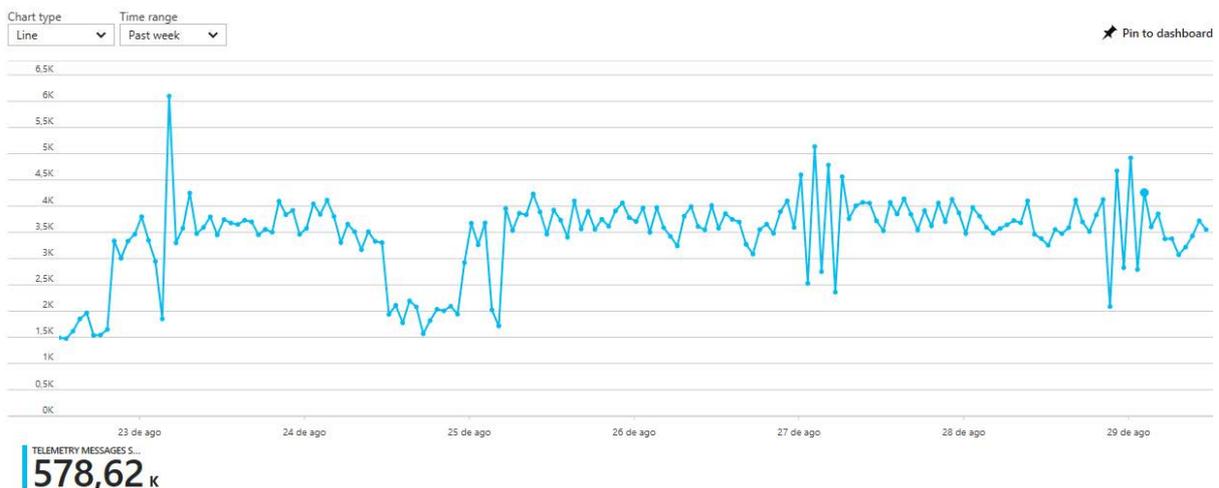


Figura 4. Supervisão de mensagens de telemetria em nuvem

Cockpits supervisórios foram desenvolvidos para a manutenção no sistema PIMS da empresa (Figura 5), o que acelerou o uso por se tratar de um software já conhecido pela da manutenção. Dentre os resultados e benefícios qualitativos da solução, pode-se considerar:

- Otimização de processos e agendamento de programação nas oficinas;
- Aumentada produtividade para identificação e diagnóstico de falhas;
- Banco de dados histórico de falhas e equipamentos (dados analíticos);
- Melhorias no controle de equipamentos e suporte na análise de incidentes.

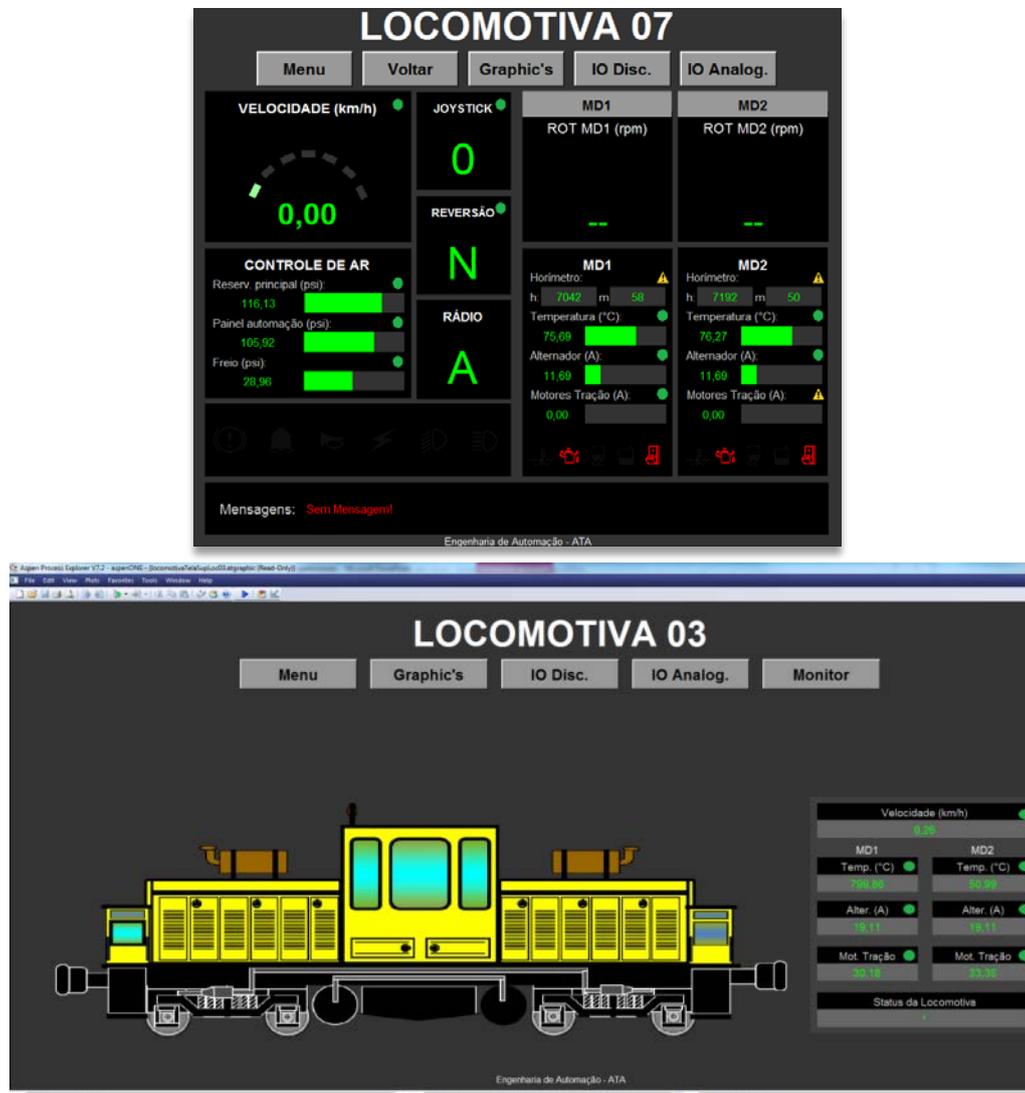


Figura 5. Supervisório para monitoramento no PIMS

Apesar de não ser um requisito inicial, foi disponibilizada uma aplicação adicional para monitoramento online de coordenadas geográficas das locomotivas com as seguintes características:

- Monitoramento online de posição e velocidade das locomotivas (Figura 6);
- Alertas (e-mail) em caso de transposição de velocidades limites;
- Geração de relatório de percurso;



Figura 6. Monitoramento geográfico das locomotivas

4 CONCLUSÃO

O piloto de supervisão remota de locomotivas foi considerado uma solução aderente as necessidades da oficina de transportes da ArcelorMittal Tubarão, sendo considerado pela área um projeto de grande importância para auxiliar na inspeção e diagnose de problemas. Do ponto de vista técnico, a solução se mostrou estável e escalável, endereçando os requisitos de segurança da informação, quesito fundamental em integrações envolvendo arquitetura IoT. Para um futuro cenário de escala, entendemos que se deve evoluir na governança e consequente industrialização do produto desenvolvido. Para as locomotivas que tiveram seus controladores atualizados e que oferecem condição de implementação, a área já sinalizou interesse no *rollout* da solução. Sendo assim, foi orçado para 2018 a evolução do projeto para 7 locomotivas adicionais.

REFERÊNCIAS

- 1 Microsoft, IoT Hub Documentation - Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-hub/>>. Acesso em 08/06/2018.