

### CATEGORIA 3

## APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS EM UM CENTRO DE CONTROLE DE MANUTENÇÃO FERROVIÁRIA

### INTRODUÇÃO

Atualmente, a aplicação de novas tecnologias se torna cada vez mais importante nos processos empresariais. O Centro de Controle de Manutenção Ferroviária é uma área de suma importância no processo logístico ferroviário e sua automatização possui grande potencial de melhoria em segurança, qualidade e eficiência do processo.

A aplicação de tecnologias disruptivas em um Centro de Controle de Manutenção Ferroviária se torna cada vez mais essencial atualmente, devido à alta complexidade que existe no processo. Diante desta crescente complexidade de processos e sistemas, análises técnicas aprofundadas, procedimentos e regras de segurança operacionais, destaca-se a necessidade do trabalho com recursos otimizados e de demanda de capacitação cada vez maior do técnico que executa os atendimentos.

Para isso, se faz necessário um sistema otimizado que visa mais precisão no atendimento, maior otimização de recursos, menor impacto operacional e risco à segurança.

Segundo o BPM CBOOK (ABPMP, 2013), “Possuir acesso imediato a repositórios de informação sobre processos facilita e acelera a transformação de processos e a reação a mudanças em regras e regulamentações”.

Este estudo destaca algumas iniciativas tecnológicas que podem alavancar este processo.

## **DIAGNÓSTICO**

### **1. CENTRO DE CONTROLE DE MANUTENÇÃO**

Um Centro de Controle da Manutenção (CCM) ferroviário pode ser considerado como um setor estratégico, responsável por maximizar a disponibilidade dos Ativos, como:

- Sistema de sinalização;
- Telecomunicações;
- Energia;
- Via permanente;
- Locomotivas;
- Vagões

- Veículos de Via Permanente

É focado na redução de interferência no tráfego ferroviário em eventual ocorrência de falha, fornecendo suporte ágil e auxiliando na alocação de recursos demandados para restabelecimento do mesmo.

As células trabalham normalmente, em regime de turnos 24h ininterruptos, devido à importância para o tráfego que normalmente circula 24h e impactos que a falta de recursos pode causar na operação ferroviária.

O CCM é responsável pela redução de interferência no tráfego ferroviário em eventual ocorrência de falhas. Para isto, o operador necessita receber informações e tomar decisões com precisão e rapidez.

A figura 1 a seguir, ilustra como é um processo complexo como o do CCM, com pouca aplicação de tecnologias disruptivas.



Figura 1 – Figura ilustrativa de um processo com pouca tecnologia

De uma maneira geral, é possível afirmar que o processo manual é complexo pode gerar perdas de qualidade e produtividade. A automatização nesse caso é de extrema importância para agilizar a inserção de dados, aumento da padronização dos atendimentos, melhoria das análise de dados e controles.

## **2. EXEMPLO DA ESTRUTURA DE UM CENTRO DE CONTROLE DE MANUTENÇÃO**

Um CCM é uma área que pode ser composta da seguinte estrutura para atendimento dos ativos ferroviários:

- RME – Rádio Mecânica de Locomotivas
  - Reparo remoto através da orientação de procedimentos a serem executados por maquinistas/inspetores.
  - Suporte aos atendimentos das avarias de locomotivas objetivando o restabelecimento para o tráfego.
  - Acondicionamento ou imobilização do ativo.
  - Apoio logístico ao cumprimento do plano de manutenção.
  - Input dos eventos no sistema ERP da empresa garantindo a fidelidade das informações da base de dados.

- RMV – Rádio Mecânica de Vagões
  - Suporte aos atendimentos das avarias de vagões objetivando o restabelecimento.
  - Acondicionamento ou imobilização do ativo.
  - Apoio logístico ao cumprimento do plano de manutenção.
  - Gestão dos alertas dos equipamentos de diagnóstico remoto (Hotbox/Wheel, Railban, etc...).
  - Input dos eventos no sistema ERP da empresa garantindo a fidelidade das informações da base de dados.
  
- RMEV – Rádio Mecânica de Equipamentos de Via
  - Suporte aos atendimentos das avarias de equipamentos de via objetivando o restabelecimento.
  - Acondicionamento ou imobilização do ativo.
  - Apoio logístico ao cumprimento do plano de manutenção.
  - Input dos eventos no sistema ERP da empresa garantindo a fidelidade das informações da base de dados.
  
- Plantão Malha Ferroviária (Eletroeletrônica e Via Permanente)
  - Suporte aos atendimentos de avarias em ativos da Eletroeletrônica (sinalização, telecomunicação, energia), Via Permanente (Infra e Super).
  - Suporte técnico ao cumprimento do plano de manutenção dos mesmos.

- Monitoramento dos Sistemas Especiais (Alarmes Reativos) visando mitigar potenciais impactos (Acidentes, Incidentes e Interrupção de Movimento).
- Input dos eventos no sistema ERP da empresa garantindo a fidelidade das informações da base de dados.
- **Plantão CBTC/TWE**
  - Suporte aos atendimentos de avarias equipamentos embarcados do sistema CBTC/TWE em todo material rodante.
  - Orientação aos maquinistas/inspetores ou operadores a realizar procedimentos objetivando o restabelecimento, acondicionamento ou imobilização do ativo.
  - Monitoramento de ativos de sinalização e telecomunicação do CBTC/TWE, auxiliando no atendimento realizado pelo Plantão Eletro/Via.
- **Pronto Atendimento TI**
  - Atendimento e solução de problemas inerentes à tecnologia da Informação.
  - Suporte das tecnologias de automação de escritório e monitoração da infraestrutura de TI (Telecom e Data Center) e de sistemas de transporte.

- Atua para o pronto restabelecimento ou envolvendo as áreas de TI e fornecedores necessários para a solução.

### 3. PROCESSO ATUAL NO CCM

O processo realizado pelo CCM é complexo, com várias atividades executadas ao mesmo tempo, elevadas quantidade de fontes de consulta de informação, além de diversas possibilidades de saídas.

O atendimento é realizado pelo técnico a todo tempo com o objetivo de reduzir a interferência “causa manutenção” no tráfego ferroviário. Os mesmos são realizados através de rádio, telefone e chat e com a mediação do Centro de Controle da Operação.

Ao longo do processo, o técnico precisa consultar diversos procedimentos técnicos e de segurança, manuais dos ativos e sistemas de informação para tomada das decisões, para melhor orientar o maquinista, isso no menor tempo possível. Dado que não existe nenhuma ferramenta de fácil acesso que consolida essas informações, o que garante hoje a agilidade ou a demora em um atendimento é o conhecimento tácito do operador, se ele depender de ferramentas para ajudar no atendimento, estas não o auxiliam a ser mais rápido ou assertivo, na verdade criam uma imensa complexidade.

É possível afirmar que os processos não são estáticos. Eles mudam. E devem realmente ser alterados a partir das melhorias que sofrem do ambiente externo e das inovações sempre com foco em resultados. É preciso, portanto, ter processos que permitam o dinamismo de mudança com a velocidade das necessidades da empresa, mas isso tudo

com a atenção da interação das pessoas e destas tecnologias, que acompanham essas mudanças.

Origens que demandam ação do operador:

- Report de anomalias
- Alocação de recursos para manutenção nos ativos
- Sistemas Especialistas (Alarmes)
- Diagnóstico e monitoramento de ativos MRS
- Atendimento segurança patrimonial
- Report de paradas operacionais.

Principais atividades do operador:

- Atendimento Help Desk
- Avaliação dos alarmes
- Análise e Validação das Anomalias
- Avaliação dos Impactos
- Mobilização de Recursos
- Acompanhamento e suporte ao atendimento
- Registro de ocorrência no ERP

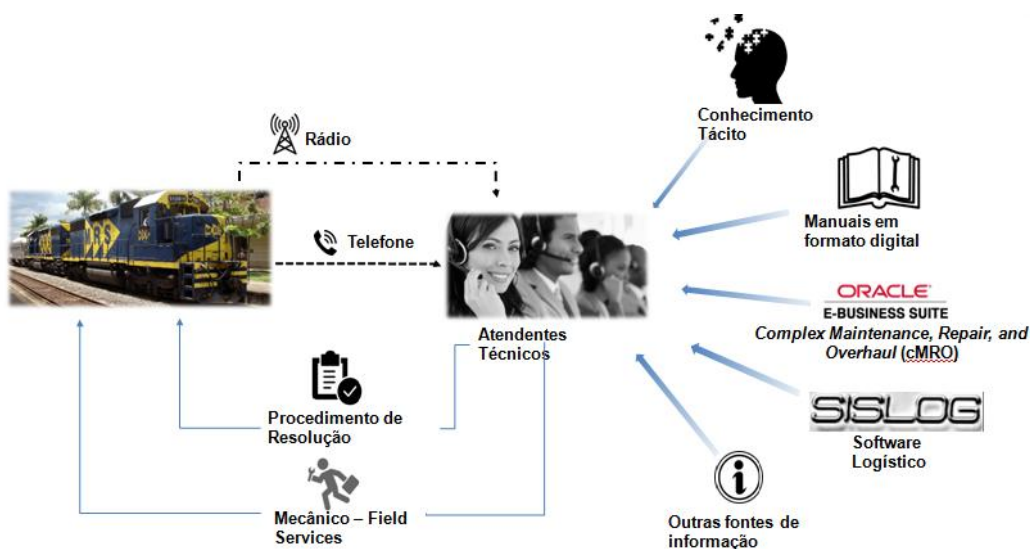
Principais saídas do operador:

- Restabelecimento do tráfego



- Reparo do Ativo
- Input de Restrição para o ativo
- Imobilização do ativo
- Interrupção do tráfego para atendimento do ativo

O processo de atendimento atual do CCM está demonstrado na figura 2 a seguir.



**Figura 2 – Processo de Atendimento Atual**

O operador que trabalha no CCM é um profissional com vasto conhecimento em uma gama de assuntos específicos da ferrovia, portanto, o posto é de difícil reposição dado a dificuldade de formar um profissional com esse nível de competência.

Dado este cenário, os principais motivadores deste estudo são:

Prover ferramentas para que o operador consiga identificar o problema, passar orientações e resolver o problema de forma rápida e efetiva, com a menor dependência de seu conhecimento tácito.

#### **4. OPORTUNIDADE DE MELHORIA - OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO**

Estudando o processo atual, foi identificado várias oportunidades de melhoria, principalmente aplicando novas tecnologias já disponíveis no mercado, porém ainda pouco exploradas por empresas que não são especificamente de tecnologia.

Segundo DRUCKER (2001) a produtividade do trabalhador do conhecimento quase sempre irá exigir que o trabalho em si fosse reestruturado e tornado parte de um sistema.

Dado a dependência das pessoas no processo atual, o estudo para melhoria do mesmo nos aponta na direção da busca de novas tecnologias para otimizar os atendimentos, transformando-os em mais seguros, assertivos e ágeis. Com isso, os objetivos deste estudo são:

- Possibilitar ao CCM realizar um trabalho de atendimento mais seguro, assertivo e ágil
- Melhorar o diagnóstico de resultando em menor número de ativos imobilizados e conseqüentemente menos tempo retido em oficinas
- Diminuir o risco de decisões equivocadas
- Melhorar o direcionamento do atendimento externo

- Melhorar o nivelamento de conhecimento entre os operadores
- Reduzir o tempo de atendimento
- Reduzir a fila de espera (normalmente cada operador atende um caso por vez)
- Padronizar os atendimentos
- Manter as tomadas de decisão de acordo com os processos e diretrizes da empresa

O fluxo da Informação no CCM está demonstrado na figura 3 a seguir.

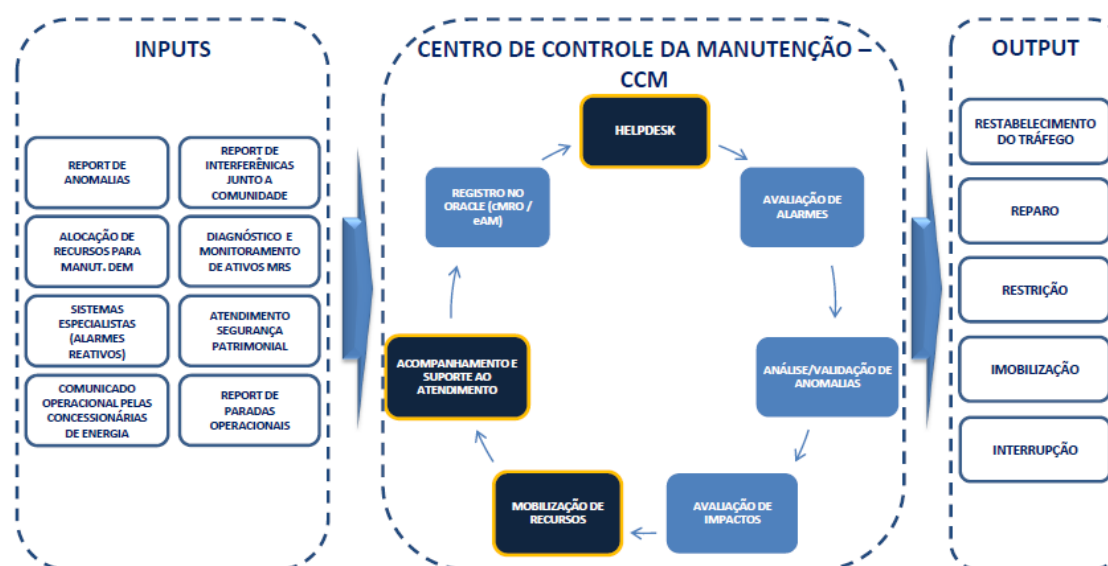


Figura 3 - Fluxo da Informação

O processo de atendimento futuro do CCM está demonstrado na figura 4 a seguir.

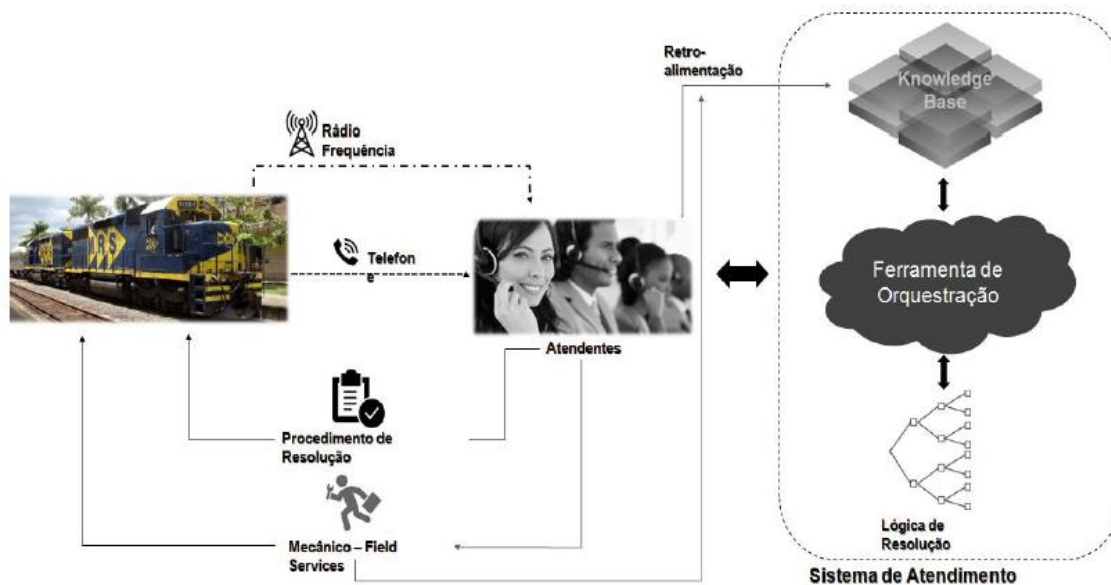


Figura 4 – Proposta de atendimento futuro

## 5. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) COM MACHINE LEARNING

Segundo RUSSELL (2013) a Inteligência Artificial (IA) é um dos campos mais recentes em ciências e engenharia. O trabalho começou depois da segunda guerra mundial, e o próprio nome foi cunhado em 1956. Juntamente com a biologia molecular, a IA é citada regularmente como “o campo em que eu mais gostaria de estar” por cientista de outras disciplinas. Um aluno de física pode argumentar, com boa dose de razão, que “todas as boas ideias já foram desenvolvidas por Galileu, Newton, Einstein e o resto. IA, por outro lado, ainda tem espaço para vários Einsteins e Edisons em tempo integral”.

Atualmente, a IA abrange uma enorme variedade de subcampos, do geral (aprendizagem e percepção) até tarefas específicas, como jogos de xadrez, demonstração de teoremas matemáticos, criação de poesias, direção de um carro em

estrada movimentada e diagnóstico de doenças. A IA é relevante para qualquer tarefa intelectual; é verdadeiramente um campo universal (RUSSELL, 2013).

Segundo RUSSELL (2013) podemos afirmar que a IA é interessante, mas não dissemos o que ela é. Na figura 5, podemos visualizar oito definições de IA, dispostas ao longo de duas dimensões. Em linhas gerais, as que estão na parte superior da tabela se relacionam a processos de pensamento e raciocínio, enquanto as definições da parte inferior se referem ao comportamento. As definições do lado esquerdo medem o sucesso em termos de fidelidade ao desempenho humano, enquanto as definições do lado direito medem o sucesso comparando-o a um conceito ideal de inteligência, chamado de racionalidade. Um sistema racional se “faz a coisa certa”, dado o que ele sabe.

Historicamente, todas as quatro estratégias para o estudo de IA tem sido seguidas, cada uma delas por pessoas diferentes com métodos diferentes. Uma abordagem centrada nos seres humanos deve ser em parte uma ciência empírica, envolvendo hipóteses e confirmação experimental. Uma abordagem racionalista envolve uma combinação de matemática e engenharia. Cada grupo tem ao mesmo tempo desacreditado e ajudado o outro. Na figura 5 a seguir estão as quatro abordagens com mais detalhes, afirma (RUSSELL, 2013).

Pensando como um humano	Pensando racionalmente
<p>“O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem (...) <i>máquinas com mentes</i>, no sentido total e literal.” (Haugeland, 1985)</p> <p>“[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado...” (Bellman, 1978)</p>	<p>“O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais.” (Charniak e McDermott, 1985)</p> <p>“O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir.” (Winston, 1992)</p>
Agindo como seres humanos	Agindo racionalmente
<p>“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas.” (Kurzweil, 1990)</p> <p>“O estudo de como os computadores podem fazer tarefas que hoje são melhor desempenhadas pelas pessoas.” (Rich and Knight, 1991)</p>	<p>“Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes.” (Poole <i>et al.</i>, 1998)</p> <p>“AI... está relacionada a um desempenho inteligente de artefatos.” (Nilsson, 1998)</p>

Figura 5 – Algumas definições de Inteligência Artificial, organizadas em quatro categorias

Dentre os modelos de Inteligência artificial com machine learning, cita-se o método de aprendizado supervisionado com metodologias do tipo classificação, em que a saída é um grupo de dados e a regressão, onde a saída prevista é um número (DONATI, 2019):

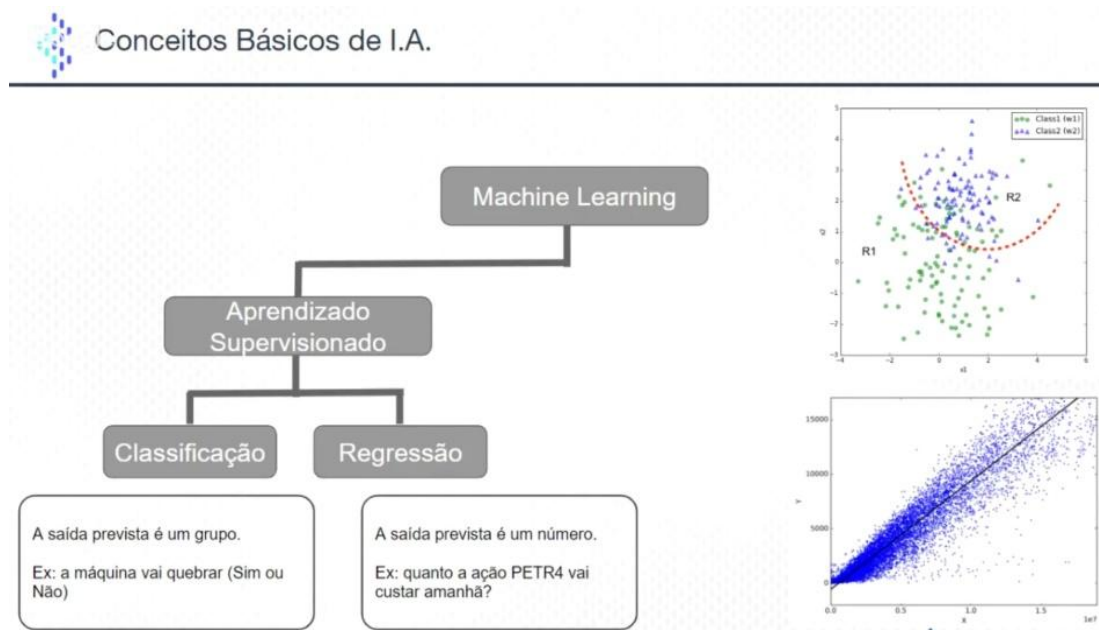


Figura 7 – Modelo de aprendizado supervisionado

E o aprendizado não supervisionado com as metodologias de clusterização, em que se descobrem grupos ocultos correlatos, e a de associação, em que se associam dados:

Conceitos Básicos de I.A.

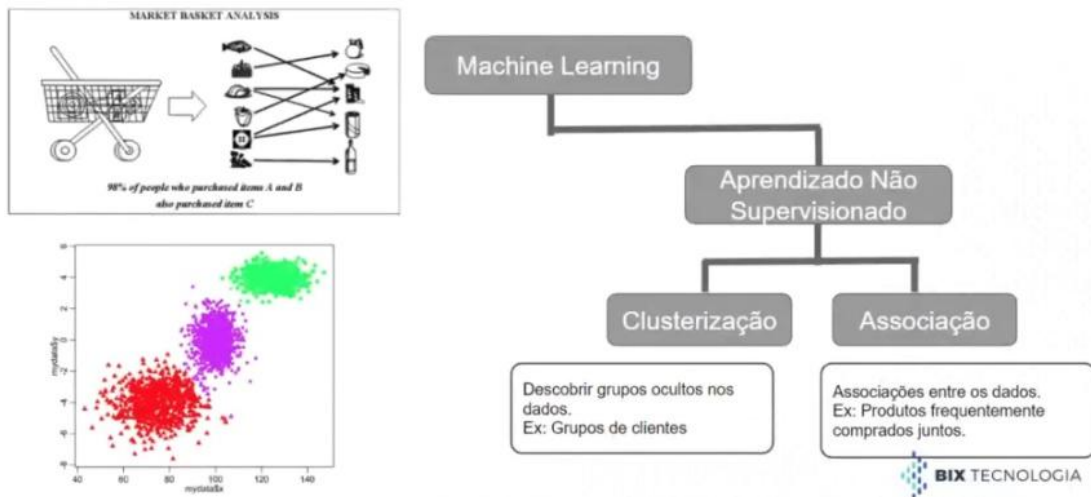


Figura 8 – Modelo de aprendizado não supervisionado

Esses modelos são os mais usuais e dentro desses conceitos se escolhe o mais ideal para os dados utilizados, ou até mesmo uma junção deles. O estudo em questão ainda não escolheu um modelo a ser seguido devido estar nas fases iniciais da implementação.

É importante destacar que a atuação de todas essas melhorias tecnológicas só pode ser possível com a integração de três esferas importantes: processos, sistemas e pessoas. Pois se existir a combinação apenas de processos e sistemas, existirá um desuso de tecnologia, se for apenas sistemas com pessoas, um caos sistematizado e por fim se for somente processos e pessoas haverá ineficiência e frustração, logo o que se busca é o ponto ótimo da interseção dos três pilares (DONATI, 2019):



Figura 6 – Integração de três pilares essenciais para um negócio

## 6. REQUISITOS FUNCIONAIS DO SISTEMA INTELIGENTE

### a. Base de conhecimento unificada

Criar base de conhecimento unificada para estruturar as informações mais comuns utilizadas pelo operador durante um atendimento a uma ocorrência. Esta base deverá ser capaz de armazenar informações oriundas de sistemas (dados estruturados), bem como informações oriundas de dados não estruturados, tais como, procedimentos e manuais em PDF, imagens e áudios de rádio.

Esta base deverá ser atualizada de forma automática, serão necessárias interfaces para o envio das informações para a base de dados unificada.



- Criar integrações dos sistemas legados com a base.
- Criar integração para que seja possível que novos documentos PDF sejam publicados na base de conhecimento.

Os futuros atendimentos criados dentro da nova plataforma deverão fazer parte da base de conhecimentos.

Volume de dado na base de conhecimento e previsão de taxa de crescimento

- Documentos: 70 documentos, 6000 páginas, 200mb.
- Histórico de Ocorrências no ERP: 3 GB em tabela com taxa de crescimento de 20 MB ao mês.

b. Tela de Atendimento de Ocorrência

Deverá ser criada uma tela de atendimento para permitir ao operador do CCM criar um atendimento de uma ocorrência na tela de atendimento por tipo de ocorrência. Para cada tipo de ocorrência temos campos específicos que devem ser preenchidos.

- Criar parametrização onde possa ser escolhido o campo por tipo de ocorrência
- Inicialmente se sugere um piloto, com as ocorrências de locomotivas e vagões, por serem mais representativas para o processo, porém deverá estar previsto nas ondas futuras os tipos de ocorrências das demais funções do CCM.

Ao final do atendimento da ocorrência deverá ser realizada interface com o ERP da companhia para que a mesma seja criada como uma atividade de manutenção. No

caso do ERP temos a solicitação de tráfego ferroviário para vagões e locomotivas e a solicitação de serviço para via permanente e eletroeletrônicas, neste caso são duas integrações distintas.

Permitir ao operador realizar de forma ágil o atendimento da ocorrência dentro da plataforma que será criada, trazendo as informações necessárias e sugestões de solução. Hoje, pelo fato da tela de registro de ocorrência não ser uma tela de atendimento, mas apenas uma tela de registro, o atendimento é realizado todo em papel e posteriormente registrado no sistema.

A seguir, na figura 9, mostra-se um exemplo de Solicitação de tráfego registrada diretamente em um ERP.

**Atualizar Solicitação de Tráfego Ferroviário: 1594217**

\* Indica campo obrigatório

**Detalhes da Solicitação**

Tipo de Solicitação: Ocor. Rádio Manut. Locomotiva  
 Data/Hora Solicitação: 31/05/2018 22:08:09  
 Criado Por: 30014963 - JORGE ANDERSON CORREA  
 Data/Hora Criação: 31/05/2018 22:09:41  
 Alterado Por: 30022342 - JAILSON TEIXEIRA DA SILVA JUNIOR  
 Status: Fechado  
 Data/Hora da última alteração: 02/06/2018 18:30:03  
 Data/Hora do Status: 02/06/2018 18:30:03  
 Responsável Status: 30022342  
 Solicitação CBTIC / CE

**Ocor. CBTIC / TWE**

Solicitação do EAM: Solicitação do Redmine: Dep. Responsável pela Anomalia:

**Detalhes da Unidade / Componente**

Trem: JD09160  
 Unidade: 903881  
 Carrido/Vazio: C  
 Item: Locomotiva GE  
 Peso do Trem: 6547.5  
 Instância: 10246  
 Quantidade de Vagões: 81  
 Série: 903881  
 Formação das Locomotivas no Trem: 9038781 - 9038175 - 9038230 - 9038817 - 9037863  
 Posição no Trem: 55  
 Código do Problema: TRACÃO DISTRIBUÍDA  
 Sumário do Problema: Operador relata perda de comunicação do Locomot com a líder 3870 na Serra da ALL e não consegue restabelecer válvula fora. Só conseguiu normalizar em Paratinga  
 Tipo de Ocorrência de Tráfego: Defeito  
 Restrição do Veículo: Bom  
 Código do Problema: 30022342 - JAILSON TEIXEIRA DA SILVA JUNIOR  
 Código Acidente TAC:   
 Ratabalho Problema 60 dias: 2  
 Ratabalho Total 60 dias: 5  
 Detalhes da Locomotiva: Modo de Operação: Tracção, Ponto de Aceleração: +, Corrente da: +, Corrente Abs: +, Velocidade: +  
 Detalhes do Vagão: Nº Série Vagão: , Tipo: , Sistema: , Dispositivo: , Local Desvio: , Isolado: , Detectores de Falhas:

**Solicitação PCIT**

Local de Retirada: Departamento de Destino: Data/Hora de Retirada: Data/Hora de Retorno: Destino:

**Resoluções**

Resolução: MÓDULO RM - LOCOMOTIV-ELÉTR ESTAC-INOPER  
 Causa da Ocorrência: POR CONDIÇÃO  
 Data/Hora Classificação: 02/06/2018 18:20:46  
 Responsável Classificação: 30022342  
 Data/Hora Última Alteração: 02/06/2018 18:30:03  
 Matrícula Última Alteração: 30022342  
 Resolvido pela Organização: 013  
 Resolvido pelo Departamento: IEE  
 Resolvido na Data:   
 Ocorrência de TWP  
 Ocorrência Crítica  
 Nome da Visita: 903881  
 Nome da Tarifa: Ocor. Rádio Manut. Locomotiva-1594217  
 Ordem de Serviço Associada: 009039639  
 Nome da Visita: 903881  
 Origem da Solicitação (EAM):

**Detalhes Atendimento**

Data/Hora Parada Trem: 31/05/2018 22:08:09  
 Data/Hora Partida Trem: 31/05/2018 22:08:09  
 Data/Hora Acionamento Equipe: 31/05/2018 22:08:09  
 Data/Hora Chegada Equipe: 31/05/2018 22:08:09  
 Data/Hora Início Atendimento Trecho: 31/05/2018 22:08:09  
 Data/Hora Fim Atendimento Trecho: 31/05/2018 22:08:09

**Detalhes Obs.**

Data Informada	Usuário	Tipo de Obs.	Visibilidade
02/06/2018 18:19:43	JAILSON TEIXEIRA DA SILVA JUNIOR, (30022342)	1. Porque?	Pública
02/06/2018 18:32	JAILSON TEIXEIRA DA SILVA JUNIOR, (30022342)	Responsável pelo diagnóstico	Pública
02/06/2018 18:18:09	JAILSON TEIXEIRA DA SILVA JUNIOR, (30022342)	Componentes substituídos	Pública

**Informações Detalhadas**

Texto da Observação: 1º Operador relata perda de comunicação do Locomot com a líder 3870 na Serra da ALL e não consegue restabelecer válvula fora.  
 2º Falhando comunicação do RM.  
 3º Falha na locomotiva 3870.  
 Obs. Completas

Obs. Completas

Obs. Completas

Obs. Completas

Obs. Completas

The screenshot shows a web-based form for creating an incident. It includes a 'Texto da Observação' field with a 'N/A.' placeholder and a 'Completar' button. Below this is a table with columns for 'Ocultar', 'Potência do RM - Rádio A - Potência dir...', '02/06/2018 18:17:57', 'JAILSON TEIXEIRA DA SILVA JUNIOR, (30022342)', 'Testes e Medidas', and 'Público'. Another section shows 'Fornos acionados para atender a locomot...' with a similar table entry. A text area contains a detailed report: 'Texto da Fomes acionados para atender a locomotiva 3881 com a seguinte ocorrência "Operador relata perda de comunicação do Locomotol com o líder 3870 na Serra da ALL e não consegue restabelecer a via para fora". Após procedimentos de segurança, foi realizado enlace com a locomotiva 3870, em configuração 3881 líder a mesma apresentou Observação falha no rádio B, 3883 como remota não apresentou falhas, realizado enlace com a locomotiva 3837, como remota o líder não apresentou falhas por diversas vezes, foi medido potência no RM estando Ok. Sendo diagnosticado defeito na loco 3870. Locomotiva segue liberada para circulação, especialista Nicodemus cente.' At the bottom, there are 'Cancelar' and 'Aplicar' buttons.

Figura 9 – Tela de abertura de ocorrências no ERP

Os campos citados acima serão preenchidos na tela manualmente ou por interfaces. Estas interfaces deverão buscar em tempo real a informação atual nos respectivos sistemas.

Além dos campos citados acima também existirão interfaces com o software de clima tempo, utilizado para o monitoramento de condições climáticas que podem afetar a circulação dos trens e informações oriundas dos sistemas de alarmes.

### c. Histórico de Ocorrências

Dentro da tela de atendimento deverá existir a funcionalidade de busca no histórico de ocorrências, onde o operador possa realizar buscas por vários filtros (tipo de ocorrência, número do ativo, modelo do ativo, data, código do problema, etc). Além da busca, o sistema deverá permitir ao operador visualizar todos os campos de uma determinada ocorrência.

d. Consulta de Manuais

Deve ser possível ao operador consultar algum documento (manual, procedimento, etc...) de dentro da tela de atendimento. Este manual poderá estar vinculado ao preenchimento de algum campo da tela, como código do problema, modelo do ativo, dentre outros ou ser encontrado por meio de busca, indexar os documentos por tags para que seja de fácil busca pelo operador (número do ativo, modelo do ativo, local, etc).

Permitir consultar os manuais e procedimentos por linguagem natural, exibindo trechos na tela referentes a esta linguagem bem como permitindo acessar o documento como um todo.

e. Troubleshoot

Sugerir baseado em troubleshoot anteriormente configurado, um caminho para o atendimento, com perguntas, respostas e documentos até que se chegue a uma resolução do problema.

Esta funcionalidade deverá aparecer apenas para os cenários previamente parametrizados, conforme item parametrização do troubleshoot.

f. Inteligência para analisar cenários

Dada as possibilidades existentes hoje com a tecnologia disponível, aliando IA, machine learning, cloud, big data e outras, a sugestão para este estudo é formular uma árvore de decisão para sugestão de cenários ao operador tomando como base o

histórico de ocorrências, os campos que estão sendo inseridos e a base de conhecimento. O sistema deve:

- Montar correlação entre sintomas, código do problema, código da resolução, causa da ocorrência, modelo do ativo, local, sumário do problema e observações.
- Mostrar uma porcentagem de frequência para cada ramo da árvore.
- Permitir através dos ramos da árvore chegar até as ocorrências que o compõe, para que o operador consiga ler o que foi feito anteriormente.

A IA deve sugerir orientações para o operador e também que devem ser passadas aos mantenedores de atendimento externo em campo (equipes espalhadas pela malha para atendimentos emergenciais), tomando como referência a base de conhecimento unificada.

Evoluir durante as fases do projeto a base de informações e processo de atendimento para que seja possível o sistema sugerir ao operador, instruções que não estejam necessariamente cadastradas no sistema, por meio de machine learning.

g. Parametrização do Troubleshoot

Criar árvore de decisão por código do problema sozinho ou agrupado a outros critérios. Na parametrização da árvore o usuário poderá cadastrar perguntas padrões para o sintoma, indexar documentos ou procedimentos.

As respostas das perguntas deverão poder ser criadas como lista de valores ou textos livres, cada resposta poderá levar a outras perguntas e assim sucessivamente até que

se chegue a um problema. Estas árvores servirão inicialmente para atendimento de problemas simples e corriqueiros. À medida que alimentada, poderá ajudar em um escopo maior. Deverá ser possível incluir referências aos documentos dentro de um código de problema, criando o link entre o problema e documento.

h. Cadastro de Orientações e Ferramentas por Problema

Criar funcionalidade para mapear orientações específicas por Código de Problema. Exibir na tela de atendimento estas orientações, após o preenchimento do problema. Permitir que fossem cadastrados os pré-requisitos que a equipe de atendimento externo deverá possuir para atender cada problema.

i. Cadastro de Equipes de Atendimento Externo

Criar cadastro básico de equipes de atendimento externo e relacionar aos locais que realizam o atendimento. Mostrar na ocorrência qual a equipe mais próxima e com os skills necessários para o atendimento.

j. Criar ocorrências automaticamente

Gerar mecanismos baseados em capturas de dados de sensores ou inputs de sistemas para criação automática de ocorrências, neste caso seriam geradas pré-ocorrências e o operador analisaria a coerência deste registro e confirmaria sua criação. Gerar funcionalidade para que seja possível por meio de URA o maquinista conseguir criar as ocorrências mais simples.

- Exemplo 1: Quando houver a sinalização de um alarme Hotbox, dadas algumas regras, o sistema já geraria uma pré-ocorrência e o operador teria a opção de aceitar ou não a sugestão.
- Exemplo 2: Sistema já identificar através do contato por voz e propor soluções para casos simples, sem a intervenção do operador. Com a passar do tempo e treinamento da inteligência é esperado que aumentasse o número destes casos.

#### k. Mobile

Criar aplicativo mobile para que o maquinista possa criar ocorrência e anexar imagens para que o operador consiga analisar com mais precisão os problemas.

#### l. Painel de Dashboards

Gerar painel de dashboards utilizando a base de conhecimento.

#### m. Faseamento Proposto para o Projeto

Fasear o projeto de forma que os resultados sejam entregue mais rápido. A figura 10 a seguir define cada fase do projeto.

Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
<p><b>1. Cockpit do operador</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Operador passa a criar o atendimento todo no cockpit</li> <li>Informações em tempo real oriundas dos sistemas (Oracle EBS, Sislog, Climatempo, Waysides)</li> <li>Vínculo e exibição de documentos de acordo com código do problema</li> <li>Interface com o CMRO para criação da Ocorrência ao final do atendimento</li> </ul> <p><b>2. Troubleshoot</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Funcionalidade para ser possível parametrizar árvores de troubleshoot para os problemas</li> <li>Criar vínculos dos nós das árvores com os documentos e outras ocorrências</li> <li>Cadastro de pré-requisitos do atendimento externo para cada situação (ferramentas e skills)</li> </ul> <p><b>3. Técnicas de UX (User eXperience)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de profissional UX para desenvolvimento da interface do cockpit</li> <li>Tela de fácil uso que permita a maior agilidade durante o atendimento</li> </ul> <p><b>4. Dashboards</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evolução dos dashboards para auxiliar nos atendimentos e na gestão</li> </ul>	<p><b>1. Base de Conhecimento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudar os dados e estruturar a base de conhecimento</li> <li>Montar interfaces para alimentar a base automaticamente</li> <li>Disponibilizar as informações em DataSet's para consulta e análises</li> </ul> <p><b>2. Análise do Histórico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar análise nos dados atuais e montar modelo matemático para trazer informações ao operador</li> <li>Buscar correlacionar as informações existentes e mostrar possíveis resoluções do problema por estatística</li> <li>Tornar o fluxo do modelo automatizado, desde a ingestão até a saída da informação</li> </ul> <p><b>3. Enriquecimento dos dados atuais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudo e reestruturação dos campos atuais para otimizar o uso da IA</li> <li>Os dados da forma que estão estruturados hoje nos permitem analisar o passado isoladamente, sem sugestão de ações</li> <li>Criação de vínculos entre problemas, documentos e ações</li> </ul> <p><b>4. Dashboards</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evolução dos dashboards para auxiliar nos atendimentos e na gestão</li> </ul>	<p><b>1. Expansão para outras áreas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar análises e adaptações necessárias para expansão para Eletro e Via</li> </ul> <p><b>2. Revisão do Modelo para Sugestões</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Com a estrutura dos dados realizada e novas informações sendo geradas, será realizada uma revisão no modelo criado na fase 1</li> <li>O novo modelo além das análises de retrovisor, deverá trazer também sugestões e orientações para o operador</li> </ul> <p><b>3. Criação de Ocorrências por Condição e Predição</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Criar ocorrências automatizadas de acordo com resultado de outros sistemas, como atualmente os WaySides</li> <li>Integrar as iniciativas correntes de análise de dados (locomotivas, via, dentre outros) com o CCM</li> </ul> <p><b>4. Uso do RPA (Robotic Process Automation)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Criação de RPA's para automatizar atividades manuais repetitivas realizadas pelos operadores, como a integração entre Redmine e MRS</li> </ul>	<p><b>1. Implementação do Chatbot</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Refinar a inteligência para que o operador converse com o sistema até chegar a um resultado</li> </ul> <p><b>2. Mobile para Maquinista</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Criar App para que o usuário que demanda o CCM possa criar suas próprias ocorrências</li> <li>Levar inteligências para o App, a fim de que o próprio usuário final consiga resolver problemas simples</li> <li>Possibilidade de anexar imagens para facilitar atendimento do CCM</li> </ul> <p><b>3. Dashboards</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evolução dos dashboards para auxiliar nos atendimentos e na gestão</li> </ul>

Figura 10 – Faseamento proposto para implementação de uma ferramenta inteligente

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo inicial indica que, por se tratar de novas tecnologias aplicadas à indústria, como Inteligência Artificial, somente empresas com este know-how, que não são muitas, poderiam atender tal demanda, porém, através de um software de modelagem de indicadores, está sendo possível desenvolver grande parte do estudo pretendido, que será essencial para a redução de custos quando inserirmos no processo um software mais poderoso e rápido, que também propicie os resultados esperados.



Os painéis a seguir retratam uma demonstração da aplicação da primeira etapa do processo de automatização na área do CCM. Com a utilização dos mesmos para análise, é possível obter informações importantes de forma rápida e assertiva, além da integração de várias bases de dados e conexão das informações tornando o processo de busca mais eficaz, diminuindo o tempo de atendimento e tornando as tomadas de decisões mais padronizadas.

Conforme demonstrado a seguir na figura 11, o colaborador insere o número da locomotiva que está com um possível problema, para obter informações sobre a situação da máquina, buscando os dados de vários sistemas:

**Painel de Consultas - Rádio Mecânica Locomotiva**

Atualizado: 27/06/2019 14:15:11

Número da locomotiva: **907296**

Geral		Locomotiva		Combustível	
Prefixo do Trem	NEL0154	Modelo	GE-AC44MIL	Capacidade Total do Tanque (litros)	18.925
Pátio ferroviário	FOJ Pátio Destino FTX	Tipo de Tração	DIESEL ELÉTRICA	Capacidade Operacional do Tanque (litros)	17.033
Tp. Localização	TREM	Peso aderente (ton)	195	Consumo Médio(Km)	9
Estado	ATENDENDO AO MOVIMENTO	Esforço Máximo (ton)	91	Autonomia	
Condição	BOM	Esforço contínuo (ton)	75	Autonomia (Km)*	
Avarias*	Restrições*	Velocidade máxima (Km/h)	113	Nível de combustível (litros)*	
		Velocidade Contínua (Km/h)	14	Distância percorrida (Km)*	
Justificativa	Motivo Reserva	Potencial Nominal (HP)	4.500	Capacidade Atual Livre Tanque (litros)*	
		Potencial Tração (HP)	4.389	Capacidade Calculada Livre Tanque (litros)*	
		Capacidade de Tração *		Percentual Tolerância *	

Selecionar Trecho: FJC-FOJ  
Perfil: GG  
Inclinação: 0,98 a 1,06

Verificar com o maquinista o perfil da rampa no bordo. Para trem: Uma caso exceda 0,98 providenciar auxílio para demarrar!

Composição atual

Comprimento (m) \*

Peso arraste \*

Posição \*

Q. Locos \*

Q. Vagões \*

Figura 11: Ficha técnica da locomotiva – informações Sistema de logística

Na figura 12 a seguir, está demonstrado de forma simples e rápida o histórico de ocorrências da locomotiva escolhida, para que o operador do CCM analise a mesma antes de abrir uma nova solicitação de tráfego:



Figura 12: Histórico de ocorrências ERP da locomotiva escolhida

Após essas análises, é inserido na aba de troubleshoot, o problema para diagnóstico e se escolhe um opção entre duas alternativas (positiva ou negativa) e a situação atual, por fim é gerado o output da decisão bem como um histórico do atendimento para ser copiado no sumário do ERP utilizado. Podendo ser rastreado, padronizando as descrições.

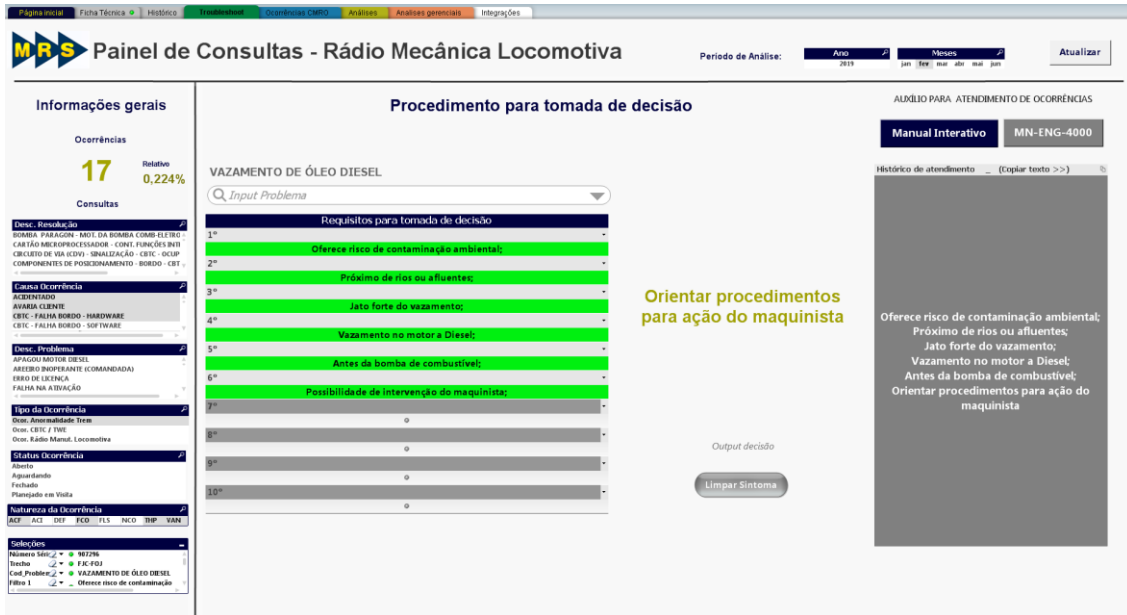


Figura 13: Troubleshoot

Na figura 14 a seguir, está demonstrado um dashboard, com informações que podem ser consultadas de forma rápida e são buscadas em diversas partes do sistema, auxiliando no acompanhamento do CCM e tomada de decisões.

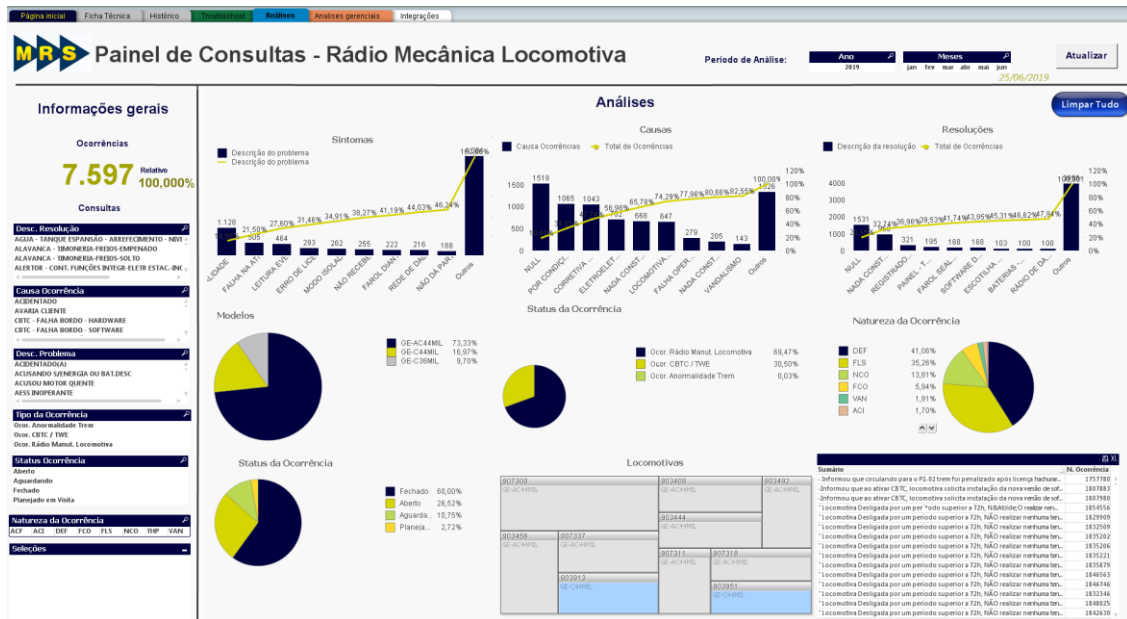


Figura 14: Painel de análises variadas

Além desses painéis para atendimento, há os painéis gerenciais, com o objetivo de analisar o processo da rádio mecânica locomotivas, com informações como comportamentos de ocorrências por período e aberturas por colaborador além de um controle de indicadores importantes (em construção), para gerenciamento do processo e possíveis melhorias, conforme demonstrado na figura 15 a seguir.

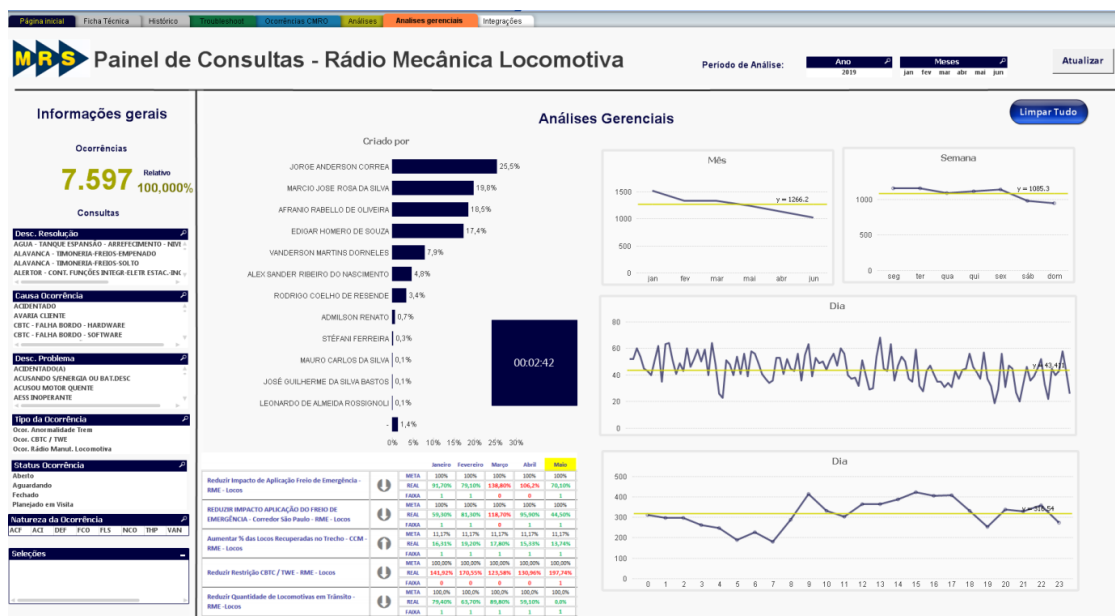


Figura 15: Painel de análises gerenciais RML

Por fim, segue na figura 16 abaixo, projeções futuras para mais integrações de bases de conhecimento com a intenção de melhorar cada vez mais o desenvolvimento da ferramenta para tomada de decisão.



Figura 16: Conexões de bases futuras

Apesar de haver outros softwares mais robustos no mercado para este fim, com foco em maturar os processos, os painéis foram criados no software QlikView, já utilizado na empresa para outros fins, que ajudou a explorar muitos dados e montar uma base robusta de informações. Como propostas futuras e conclusão das fases do projeto, será usado a versão ampliada do Qlik, o QlikSense, que da oportunidade de integrações com ferramentas como Python para utilização de bibliotecas de *machine learning* e o uso de um *Chat bot* analítico e gerador de insights (DONATI, 2019).

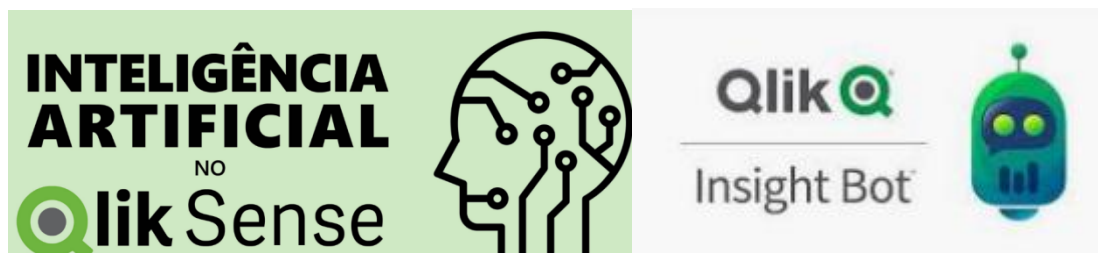


Figura 17: IA e Chatbot com QlikSense

## CONCLUSÕES

No momento atual é preciso desenvolver a capacidade de adaptação dos processos para constantemente aperfeiçoar resultados e estar cada vez mais preparados para enfrentar os desafios do mundo altamente globalizado.

Portanto para que a empresa possa se desenvolver e agregar mais valor, é necessária uma reorganização dos seus processos e automatização dos mesmos visando melhorar sua eficiência global através da otimização da produtividade e redução dos tempos de resposta.

Diante da complexidade e a quantidade de variáveis internas e externas envolvidas no processo de atendimento do CCM, se faz necessária a aplicação das soluções tecnológicas citadas neste estudo para aumento da padronização e assertividade dos atendimentos.

Este estudo demonstra que há varias oportunidade de melhoria de processos através da aplicação das novas tecnologias disponíveis no mercado. No caso do CCM, por se tratar de um setor de alta relevância para a empresa, é imprescindível o uso destas novas tecnologias para aumento da segurança e eficiência neste processo.

Por se tratar de algo novo, a estratégia adotada para se trabalhar o processo e projetizar os resultados que se pretende alcançar, foi fazer uma prova de conhecimento, através da utilização do software Qlik, que possui menos recursos do

que os softwares especialistas, fazendo com que tanto o processo quanto os custos de implementação de um projeto mais robusto no futuro sejam viabilizados.

Com a aplicação destas tecnologias disruptivas, se espera que o CCM se torne uma área com um nível de segurança de alto desempenho, além de melhorar consideravelmente seu tempo de resposta quando do atendimento das falhas, de forma facilitada e eficiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPMP. **GUIDE TO THE BUSINESS PROCESS MANAGEMENT COMMON BODY OF KNOWLEDGE**. 3ª Versão. São Paulo, 2013.

DONATI, Andrei. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA MELHORES INSIGHTS**. Webinar, 27 de jun de 2019. Disponível em: <[https://www.sympla.com.br/webinar-inteligencia-artificial-no-qlik-sense\\_\\_549704](https://www.sympla.com.br/webinar-inteligencia-artificial-no-qlik-sense__549704)>. Acesso em: 28 de jun. de 2019.

DRUCKER, Peter. **DESAFIOS GERENCIAIS PARA O SÉCULO XXI**. Pioneira Thomson Learning, São Paulo, 2001.

RUSSELL, Stuart J., NORVING, Peter. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**. Tradução Regina Célia Simille. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.