



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CENTRO DE TECNOLOGIA

ENGENHARIA CIVIL

HUGO MARINHO LAMENHA APOLINARIO

**UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTA DE BUSINESS INTELLIGENCE PARA A
GESTÃO DA MANUTENÇÃO E CONSERVA DE RODOVIAS**

MACEIÓ

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CENTRO DE TECNOLOGIA

ENGENHARIA CIVIL

HUGO MARINHO LAMENHA APOLINARIO

**UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTA DE *BUSINESS INTELLIGENCE* PARA A
GESTÃO DA MANUTENÇÃO E CONSERVA DE RODOVIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para o curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas como forma de obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Ma. Aline Calheiros Espíndola

MACEIÓ

2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

A643u Apolinario, Hugo Marinho Lamenha.

Utilização de ferramenta de *business intelligence* para a gestão da manutenção e conserva de rodovias / Hugo Marinho Lamenha Apolinario. – Maceió, 2022.

59 f. : il., grafs. e tabs. color.

Orientadora: Aline Calheiros Espíndola.

Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 57-59.

1. Rodovias - Manutenção e reparos. 2. Rodovias - Conserva. 3. Rodovias - Gestão. I. Título.

CDU: 625.711.3

RESUMO

No atual cenário do mercado, onde o avanço da tecnologia e o desenvolvimento de *softwares* está em constante evolução, é necessário acompanhar esse processo, permitindo as organizações maior produtividade e assertividade no desenvolver de suas atividades. Portanto, o presente trabalho tem por finalidade apresentar dados de gestão da manutenção e conserva de rodovias, especificamente para a Rodovia Federal BR 101/AL, apresentando as vantagens na utilização de uma ferramenta de *Business Intelligence*. Com o avanço da tecnologia da informação e análise de dados é possível transformar um grande banco de dados em informações simples, diretas e resumidas, para auxiliar em uma tomada de decisão, tornando-a mais assertiva. Algumas empresas realizam o estudo dos dados de forma analítica, porém, em alguns casos, este tipo de análise não é viável devido à quantidade de informações. Por meio de ferramentas BI é possível automatizar muitos dos processos e economizar tempo e esforço, tornando a análise dos dados mais simples e eficiente. Neste trabalho serão apresentados os benefícios obtidos com a utilização de uma ferramenta BI para a gestão da condição de manutenção e conserva de rodovias, que auxiliaram na tomada de decisões e melhor alocação de recursos financeiros no tratamento da manutenção e conserva da rodovia.

Palavra-Chave: Manutenção de Rodovias, Conserva de Rodovias, Gestão de Rodovias.

ABSTRACT

In the current market scenario, where the advancement of technology and software development is constantly evolving, it is necessary to monitor this process, allowing organizations to be more productive and assertive in the development of their activities. Therefore, the purpose of this work is to present management data for the maintenance and conservation of highways, specifically for the Federal Highway BR 101/AL, presenting the advantages of using a Business Intelligence tool. With the advancement of information technology and data analysis, it is possible to transform a large database into simple, direct and summarized information, to assist in decision-making, making it more assertive. Some companies carry out the study of data analytically, however, in some cases, this type of analysis is not feasible due to the amount of information. Through BI tools, it is possible to automate many of the processes and save time and effort, making data analysis simpler and more efficient. In this work, the benefits obtained with the use of a BI tool for the management of the condition of maintenance and conservation of highways will be presented, which helped in decision-making and better allocation of financial resources in the treatment of maintenance and conservation of the highway.

Keywords: Highway Maintenance, Highway Conservation, Highway Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Programas de Manutenção Rodoviária.	22
Figura 2 – Fluxo para seleção de OAEs para manutenção ou reabilitação.	25
Figura 3 – Gestão da manutenção e conserva de rodovias federais.	26
Figura 4 – Esquema básico de um sistema de gerenciamento e manutenção.	27
Figura 5 – Índice de serventia x Vida útil do pavimento	28
Figura 6 – Uma arquitetura de alto nível do BI.	31
Figura 7 – Rodovia Federal BR 101.	35
Figura 8 – Relatório Fotográfico - BR-101/AL.	36
Figura 9 – Ficha técnica de não conformidades BR-101/AL.	37
Figura 10 – Tipos de problemas encontrados na BR101/AL.	38
Figura 11 – Etapas para a conservação preventiva e rotineira.	39
Figura 12 – Processo construtivo utilizando o software Power BI.	40
Figura 13 – Modelo de <i>dashboard</i> criado em ferramenta BI.	41
Figura 14 – <i>Dashboard</i> com filtro aplicado.	41
Figura 15 – <i>Dashboard</i> sem filtro aplicado.	42
Figura 16 – <i>Dashboard</i> com filtro de seleção aplicado.	42
Figura 17 – <i>Dashboard</i> Informações apresentadas sobre o mapa.	43
Figura 18 – Relatório geral de Não conformidades BR 101 – Jan/21 a Dez/21.	45
Figura 19 – Relatório com filtro aplicado: Pavimento flexível.	46
Figura 20 – Problemas apresentados no pav. flexível.	47
Figura 21 – Relatório com filtro aplicado: Pavimento rígido.	48
Figura 22 – Problemas apresentados no pav. rígido.	49
Figura 23 – Relatório com filtro aplicado: Drenagem.	50
Figura 24 – Problemas de drenagem apresentados.	51
Figura 25 – Relatório com filtro aplicado: Faixa de domínio.	51
Figura 26 – Problemas apresentados na faixa de domínio.	52
Figura 27 – Relatório com filtro aplicado: OAE.	53
Figura 28 – Guarda corpo danificado.	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Classificação das rodovias avaliadas – 2021.	11
Gráfico 2 - Classificação das rodovias avaliadas em Alagoas.	12
Gráfico 3 - Investimentos do Governo Federal em Rodovias, em R\$ bilhões.	13
Gráfico 4 - Investimentos federais em rodovias, por tipo de obra, 2010-2020, em milhões constantes ¹ .	13
Gráfico 5 - Defeitos no pavimento flexível BR101 - Lote 02.	48
Gráfico 6 - Defeitos no pavimento Rígido BR101 - Lote 02.	50
Gráfico 7 - Problemas de drenagem BR101 - Lote 02.	51
Gráfico 8 - Problemas relacionados a faixa de domínio BR101 - Lote 02.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação do Estado Geral de rodovias no estado de ALAGOAS 2005-2021 (km).	12
Tabela 2 - Tarefas de Conservação Corretiva Rotineira.	16
Tabela 3 - Tarefas de Conservação Preventiva Periódica.	20
Tabela 4 - Tarefas de Conservação de Emergência.	21
Tabela 5 - Divisão de atividades e subatividades CREMA	23
Tabela 6 - Divisão de atividades PATO.	24
Tabela 7 - Não conformidades BR 101 – Jan/21 a Dez/21 - Lote 02.	46

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

BI	<i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>
CNI	CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA
CNT	CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE
DNIT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
ETL	<i>EXTRACTION TRANSFORMATION LOAD</i>
ICM	ÍNDICE DE CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO
KPIs	<i>KEY PERFORMANCE INDICATORS</i>
OAE	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS
OLAP	<i>ON-LINE ANALYTICAL PROCESSING</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.2	MALHA RODOVIÁRIA NACIONAL	11
1.3	MALHA RODOVIÁRIA EM ALAGOAS	11
1.4	INVESTIMENTOS EM RODOVIAS FEDERAIS	13
1.5	INVESTIMENTOS FEDERAIS DESTINADOS À MANUTENÇÃO E CONSERVA	13
1.6	OBJETIVOS	14
1.6.1	OBJETIVO GERAL	14
1.6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.7	JUSTIFICATIVA	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA	16
2.1.1	CONSERVAÇÃO CORRETIVA ROTINEIRA	16
2.1.2	CONSERVAÇÃO PREVENTIVA PERIÓDICA	19
2.1.3	CONSERVAÇÃO DE EMERGÊNCIA	21
2.2	RESTAURAÇÃO	22
2.3	PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA	22
2.3.1	CREMA	23
2.3.2	RECUPERAÇÃO	24
2.3.3	PATO	24
2.3.4	PROARTE	25
2.3.5	GESTÃO DA MANUTENÇÃO E CONSERVA DE RODOVIAS FEDERAIS	26
2.4	BUSINESS INTELLIGENCE (BI)	29
2.4.1	COMPONENTES DO BUSINESS INTELLIGENCE	30
2.4.2	FLUXO DO BUSINESS INTELLIGENCE	31
2.4.3	BENEFÍCIOS NA UTILIZAÇÃO DO BUSINESS INTELLIGENCE	31
2.4.4	SOFTWARES DE BUSINESS INTELLIGENCE	32
3	MÉTODO	35
3.1	LOCAL DE ESTUDO	35
3.2	COLETA DE DADOS	36
3.3	UTILIZAÇÃO DO BUSINESS INTELLIGENCE PARA GESTÃO	39
3.3.1	SOFTWARE UTILIZADO	40

3.3.2	<i>MODELOS DE ANÁLISES CRIADOS NO POWER BI</i>	40
4	<i>ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS</i>	44
4.1	<i>CONDIÇÕES ANALISADAS</i>	44
4.1.1	<i>ANÁLISE GERAL</i>	44
4.1.2	<i>PROBLEMAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL</i>	46
4.1.3	<i>PROBLEMAS NO PAVIMENTO RÍGIDO</i>	48
4.1.4	<i>PROBLEMAS DE DRENAGEM</i>	50
4.1.5	<i>PROBLEMAS NA FAIXA DE DOMÍNIO</i>	51
4.1.6	<i>PROBLEMAS RELACIONADOS A OBRAS DE ARTE ESPECIAIS (OAE)</i>	53
5	<i>CONCLUSÕES E SUGESTÕES</i>	55
5.1	<i>CONCLUSÕES</i>	55
5.2	<i>SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS</i>	56
	<i>REFERÊNCIAS</i>	57

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

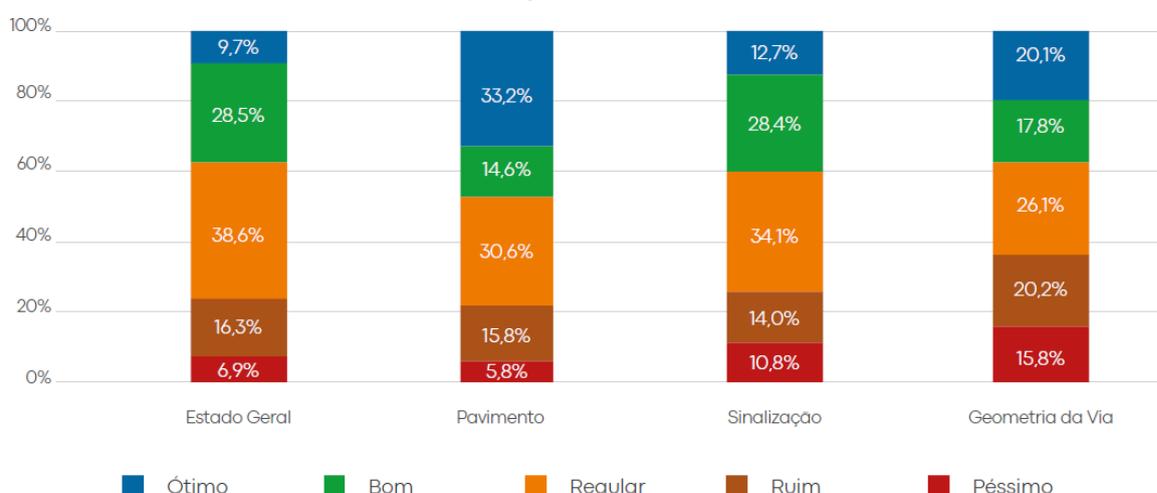
A infraestrutura de transportes está diretamente relacionada com o desenvolvimento e crescimento econômico de um país, sendo responsável pela integração entre todas as suas regiões, permitindo a movimentação de cargas e pessoas internamente e para o exterior. Devido a grande extensão territorial que o Brasil possui, acompanhando o seu desenvolvimento nas últimas décadas, o sistema rodoviário cresceu consideravelmente, se tornando o modal viário mais relevante para o país.

1.2 MALHA RODOVIÁRIA NACIONAL

De acordo com os dados da pesquisa realizada pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), apresentadas no Anuário CNT do Transporte, a malha rodoviária federal que era de 116.649,00 km em 2001, passou para 120.939,80 km em 2021. O transporte rodoviário é responsável por cerca de 64,9% da matriz de carga nacional e mais de 90% do transporte de passageiros no país (CNT, 2021).

A CNT (2021) avaliou as condições de qualidade das rodovias brasileiras quanto ao pavimento, a sinalização e geometria e estado geral. De acordo com essa pesquisa, de forma geral, as rodovias brasileiras se encontram em estado de conservação satisfatório (Gráfico 1). Porém, de acordo com a pesquisa, houve um número relevante de rodovias que não atenderem as condições geométricas de segurança e trafegabilidade.

Gráfico 1 – Classificação das rodovias avaliadas – 2021.



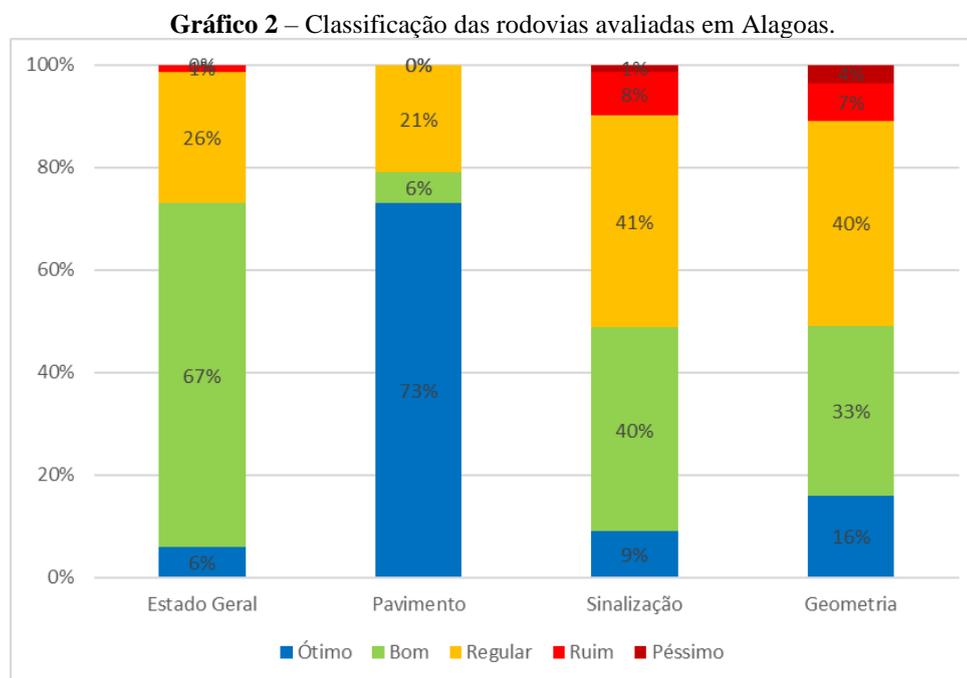
Fonte: CNT (2021).

1.3 MALHA RODOVIÁRIA EM ALAGOAS

O Gráfico 2 apresenta os resultados da pesquisa (CNT, 2021), que avaliou diversas rodovias no estado de Alagoas (2021). Dentre os itens analisados, as condições da rodovia de uma

forma geral e a condição do pavimento das rodovias analisadas, apresentaram índices satisfatórios.

Com relação a sinalização e geometria da via, metade destas rodovias analisadas apresentaram índices não satisfatórios (CNT, 2021).



Fonte: CNT (2021).

Este mesmo estudo apresentou dados da avaliação realizada por estado da federação, no período de 2005 a 2021, e por meios destes dados é possível observar (Tabela 1) que em 2005 apenas 3,1% das rodovias em Alagoas encontrava-se em ótimo estado, 38,65% em estado regular e 34,55% em péssimo estado. De acordo com esta pesquisa (CNT, 2021), na avaliação que analisou o estado de conservação das rodovias de um forma geral, rodovias Federais e Estaduais, apresentaram que 67% das rodovias encontravam-se em um bom estado de conservação e 25,6% em estado regular.

Tabela 1 – Classificação do Estado Geral de rodovias no estado de ALAGOAS 2005-2021 (km).

Ano	Extensão Total (km)					Total
	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo	
2005	22	78	274	90	245	709
2006	19	45	289	131	226	710
2007	20	14	296	227	161	718
2009	16	80	522	111	-	729
2010	64	348	277	40	-	729
2011	10	283	395	40	-	728
2012	30	360	340	22	-	752
2013	51	300	313	81	-	745
2014	18	362	210	157	10	757
2015	58	538	129	32	-	757
2016	17	415	256	64	-	752
2017	105	406	210	50	16	787

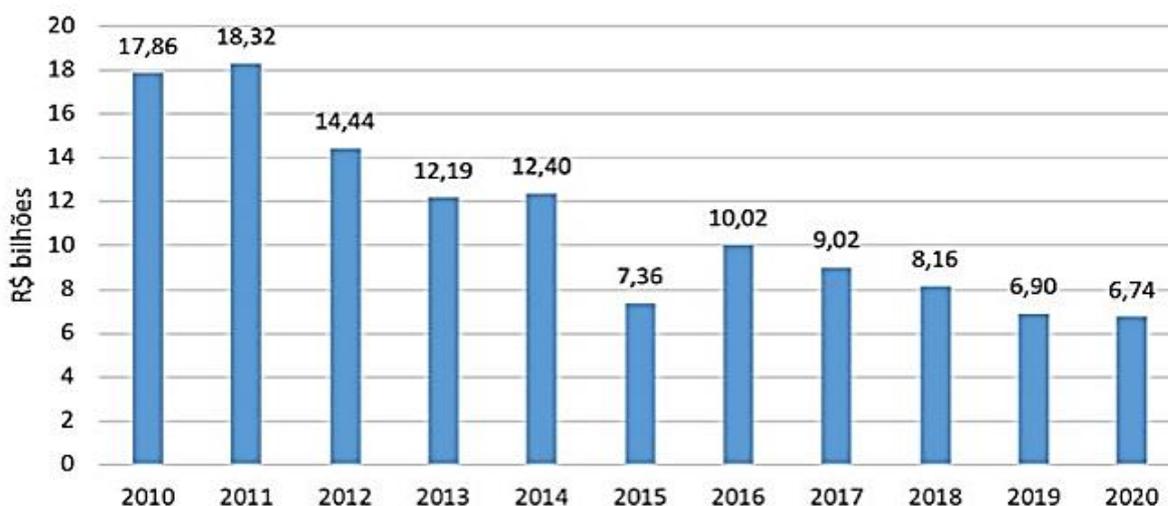
2018	152	423	176	37	-	788
2019	431	250	104	3	-	788
2021	49	564	215	12	-	840
* Pesquisa não realizada nos anos de 2008 e 2020						

Fonte: CNT (2021).

1.4 INVESTIMENTOS EM RODOVIAS FEDERAIS

Dados da pesquisa CNT de 2021 (CNT, 2021), no período de 2010 a 2020, os investimentos concedidos a rodovias federais ao longo deste período caiu 62,30%, atingindo o menor patamar desde 2010 (Gráfico 3). Esta queda nos investimentos aplicados a rodovias federais impactam nos serviços de manutenção e conserva da rodovia, responsáveis por prolongar a vida útil da rodovia.

Gráfico 3 – Investimentos do Governo Federal em Rodovias, em R\$ bilhões.

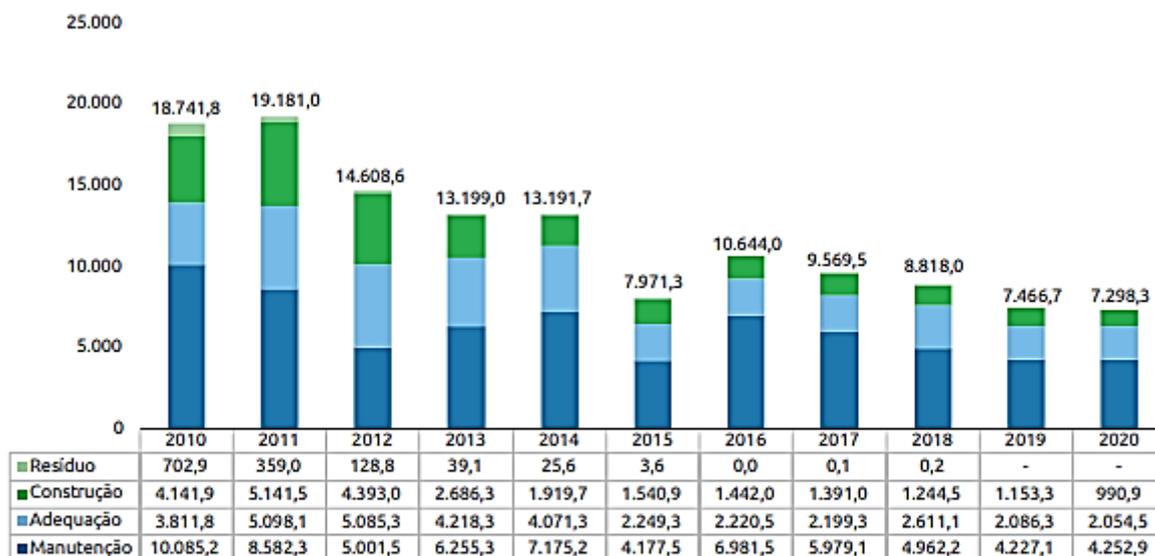


Fonte: CNT (2021, p. 4).

1.5 INVESTIMENTOS FEDERAIS DESTINADOS À MANUTENÇÃO E CONSERVA

De acordo com dados obtidos pela Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2021, p. 24), o estudo apresenta dados referente a valores investidos pelo governo federal em rodovias federais, no período de 2010 a 2020. Segundo este relatório da CNI, os investimentos aplicados à manutenção e conserva das rodovias caíram 58% ao longo deste período (Gráfico 4). Esta redução nos investimentos aplicados aos serviços de manutenção e conserva de rodovias federais acompanha a queda nos investimentos aplicados pelo governo federal ao setor.

Gráfico 4 – Investimentos federais em rodovias, por tipo de obra, 2010-2020, em milhões constantes¹.



Fonte: Portal SIGA Brasil. * Valores corrigidos pelo IPCA de 2021. Obs: Segundo as terminologias do DNIT, "Construção" engloba as atividades de implantação de pistas (pavimentadas ou não) e pavimentação; "Adequação" abrange a duplicação de trechos, melhoria de traçado, construção de faixas e eliminação de segmentos críticos; e "Manutenção" corresponde a investimentos em manutenção, recuperação, conservação, sinalização e operação de rodovias, entre outros.

Fonte: CNI (2021, p. 24).

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é analisar qualitativamente um trecho da BR101/AL por meio de dados dos serviços de manutenção e conserva, apresentando um panorama do trecho em estudo.

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os processos atuais da gestão dos serviços de manutenção e conserva de rodovias;
- Identificar os segmentos e elementos críticos do trecho em estudo;
- Criar um dashboard voltado para auxiliar na gestão dos dados de manutenção e conserva de rodovias;

1.7 JUSTIFICATIVA

Para que uma rodovia tenha uma maior vida útil é necessário que haja, além do projeto de execução, uma boa gestão das condições de manutenção e conserva, e isto requer um elevado investimento, acarretando altos custos para os cofres públicos. Para que a gestão funcione de forma eficiente, é necessário uma coleta de dados precisa, mostrando a real situação da rodovia e que esta informação seja apresentada de forma clara, simples e direta.

Atualmente a gestão dos serviços de manutenção e conservação das rodovias federais é realizado por meio de planilhas eletrônicas e relatórios criados mensalmente a partir de dados coletados, com o propósito de identificar problemas e repassá-los ao órgão responsável (DNIT) e a empresa responsável por corrigi-los. Este fluxo é realizado mensalmente para atender as demandas

das rodovias e mantê-las em um bom estado de conservação.

Nas últimas décadas a tecnologia tem se tornado cada vez mais presente no mercado, trazendo inúmeros benefícios. Na gestão de negócios e empresas não tem sido diferente, pois, a criação de softwares que auxiliam no controle, tratamento, compartilhamento e análise de dados tem se tornado ainda mais eficientes, diminuindo o tempo de execução de atividades, apresentando resultados mais precisos, com maior assertividade e agilidade.

Na construção civil, a utilização de ferramentas de análise de dados para subsidiar as tomadas de decisões está se tornando cada vez mais frequente, dado a preocupação com a gestão e qualidade. Desta forma, através de um banco de dados, é possível construir relatórios de gerenciamento para identificar onde está havendo maiores perdas com mão-de-obra, desperdícios de materiais, gerenciamento do tempo, além de realizar o acompanhamento de toda obra, analisando todos os indicadores.

Portanto, este trabalho visa apresentar uma alternativa mais eficiente para a gestão da manutenção e conserva de rodovias através da análise de dados das condições da rodovia, identificação de trechos críticos e compartilhamento das informações em tempo real entre as empresas supervisoras, gerenciadoras e superintendências regionais, dispensando a realização deste serviço por meio de planilhas e relatórios extensos, tornando a gestão mais direta, simplificada e assertiva. Desta forma, os recursos poderão ser melhor aproveitados, sendo devidamente alocados para corrigir problemas mais relevantes relacionados a manutenção e conserva da rodovia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), através do Manual de Conservação Rodoviária (2005), apresenta alguns conceitos importantes para compreensão deste estudo, como:

2.1 CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA

De acordo com o Manual de Conservação Rodoviária (2005) do DNIT, a conservação rodoviária é realizada por um conjunto de operações rotineiras, periódicas e de emergência, com o objetivo de preservar as características técnicas e físico-operacionais das rodovias, atendendo a padrões de serviço estabelecidos. Este serviço de conservação nas rodovias tem como finalidade levar conforto e segurança aos usuários (DNIT, 2005).

A estrutura dos serviços de conservação deverá estar direcionada para o aspecto físico do sistema rodoviário, ou seja, aquele relacionado às condições da pista, em termos de pavimentação, drenagem, dispositivos de segurança, sinalização horizontal, vertical e aérea, obras-de-arte especiais, etc., além da faixa de domínio, prédios e áreas operacionais, bem como veículos e equipamentos utilizados (DNIT, 2005).

2.1.1 CONSERVAÇÃO CORRETIVA ROTINEIRA

A conservação corretiva rotineira é o conjunto de operações de conservação que tem como objetivo reparar ou sanar um defeito e restabelecer o funcionamento dos componentes da rodovia, propiciando conforto e segurança aos usuários (DNIT, 2005).

A identificação da necessidade de realização de alguns dos serviços apresentados na tabela 2, se dá a partir de uma avaliação da rodovia, e ocorre periodicamente, com o propósito de manter o funcionamento da rodovia em pleno estado de conservação.

Tabela 2 – Tarefas de Conservação Corretiva Rotineira.

Tipo	Serviço	Descrição
Drenagem	Limpeza de sarjeta e meio fio	Consiste na remoção do material depositado ao longo das sarjetas e linhas d'água do meio fio, visando facilitar o escoamento das águas superficiais.
	Limpeza de valeta de corte	Consiste na remoção do entulho e dos sedimentos existentes. No caso de valetas não revestidas deve-se evitar a remoção total da vegetação. Apenas aquela que impeça o fluxo da água deve ser cortada.
	Limpeza de bueiro	Consiste na remoção de todo material que impeça o livre funcionamento dos bueiros, restabelecendo-se o escoamento normal das águas.
	Reparo de drenagem superficial de concreto	Consiste na remoção de todo material que impeça o livre escoamento das águas pela galeria.
	Limpeza de drenagem da plataforma	Consiste na limpeza geral da drenagem superficial existente na plataforma da via, removendo o material resultante da limpeza, com o objetivo principal de permitir o escoamento das águas superficiais, em qualquer momento, e, secundariamente, propiciar bom aspecto à rodovia.
Faixa de Domínio	Roçada manual	Consiste no corte da vegetação de pequeno porte na faixa de domínio, melhorando a visibilidade e aspecto da rodovia.
	Capina Química	Consiste na erradicação da vegetação através da aplicação de produtos químicos, objetivando evitar sua expansão nos acostamentos e facilitar a drenagem.
	Limpeza de drenagem fora da plataforma	Consiste na limpeza geral (mato, entulhos, solo), de todo tipo de drenagem superficial existente fora da plataforma da via, com o objetivo de permitir o livre escoamento das águas superficiais.
	Recomposição parcial de cerca com mourão de madeira	Consiste em substituir os arames e mourões que se encontram inutilizados. Esta tarefa tem alta prioridade devido ao perigo que representa para o usuário da estrada, a presença dos animais de grande porte que invadem a faixa de domínio.
	Recomposição parcial de cerca – mourão de concreto	Consiste na substituição de arames e recuperação de peças isoladas, com aproveitamento parcial da extensão existente.
	Conservação manual de aceiro	Consiste na erradicação de vegetação, por meio de capina manual, nos aceiros junto às cercas da faixa de domínio.

Tipo	Serviço	Descrição
Faixa de Domínio	Despraguejamento manual de gramados	Consiste na erradicação de ervas daninhas com uso de ferramentas manuais.
	Conservação de Árvores e Arbustos	Consiste nos tratos agrícolas às árvores ou arbustos dispostos nos bosques ou locais outros que, a critério da Residência de conservação, devam ser mantidos visando à preservação de poda, colocação de tutor, capina e adubação. Neste serviço pode ser incluído o plantio ou replantio em pequenas quantidades anuais.
	Corte de árvores	Consiste no corte e remoção de árvores da faixa de domínio que estejam causando perigo à segurança de tráfego, estruturas, linhas elétricas, telefones, dutos, etc., ou que estejam mortas ou ainda, afetadas por doenças. O serviço, pelas suas características, requer medidas especiais para a segurança dos trabalhos e do tráfego. Inclui remoção do material resultante do corte e aplicação de venenos para evitar a rebrota.
OAE	Recomposição de guarda-corpo	Consiste na substituição ou reconstrução de guarda-corpos danificados, podendo se utilizar, eventualmente (pré-moldados). Trata-se de um serviço de alta prioridade que deve ser executado o mais rápido possível.
Pavimento	Reconformação da plataforma	Consiste em conformar superfície não pavimentada, utilizando motoniveladora, sem adição de material, a fim de permitir boas condições de tráfego e drenagem.
	Selagem de trinca	Consiste no enchimento de trincas e fissuras no revestimento betuminoso ou pavimento de concreto de cimento com material asfáltico para impedir a penetração de água nas camadas inferiores do pavimento.
	Tapa buraco	Consiste em reparar buraco ou depressão secundária no revestimento, de modo a evitar maiores danos ao pavimento e se obter uma superfície de rolamento segura e confortável.
	Remendo profundo com demolição mecanizada	Consiste em remover a base defeituosa, substituir o material de suporte deficiente por outro com suporte adequado e reparar o revestimento com mistura asfáltica. Se necessário, executar drenagem superficial ou profunda.
	Remendo profundo com demolição manual	Consiste em remover a base defeituosa, substituir o material de suporte deficiente por outro com suporte adequado e reparar o revestimento com mistura asfáltica. Se necessário, executar drenagem superficial ou profunda.
	Limpeza e enchimento de juntas de pavimento de concreto de cimento Portland	Consiste em limpar as juntas dos pavimentos rígidos, calafetando-as com material apropriado que permite sua livre dilatação, evitando a penetração de água e materiais estranhos.

Tipo	Serviço	Descrição
Sinalização e Segurança	Recomposição de placa de sinalização	Consiste no reparo, substituição e implantação da sinalização vertical.
	Limpeza de taxa refletiva monodirecional	Consiste na limpeza de taxas refletivas utilizando equipamento aplicador de água à alta pressão.
	Limpeza de taxa refletiva bidirecional	Consiste na limpeza de taxas refletivas utilizando equipamento aplicador de água à alta pressão.
	Reposição de taxa refletiva monodirecional	Consiste nos serviços de substituição ao longo das rodovias de taxas refletivas com pino, que sofreram avarias, o que exigirá uma substituição esparsa e descontínua.
	Reposição de taxa refletiva bidirecional	Consiste nos serviços de substituição ao longo de rodovias de taxas de refletiva, com pino, que sofreram avarias, o que exigirá uma substituição esparsa e de descontinuação.
	Recomposição de Tela Anti- Ofuscante	Consiste na remoção das partes danificadas da tela antiofuscante e na recomposição para evitar o ofuscamento.
	Substituição de balizador	Consiste na substituição ou utilização de balizador.
	Recomposição de defesa metálica	Consiste na limpeza, pintura, reparo ou substituição de defensas metálicas.
Terraplanagem	Recomposição manual de aterro	Consiste em recuperar manualmente partes erodidas dos aterros, visando restabelecer, inclusive, os perfis dos taludes, para evitar acidentes e danos ao corpo estradal.
Outros	Reposição de porteira	Consiste exclusivamente na substituição de porteira danificada. Os serviços de manutenção de porteiros poderão ser executados no local ou em oficina da Unidade Local ou Regional.
	Reparo de Alambrado	Consiste no reparo de tela, suporte, prendedores ou base, em qualquer tipo de alambrado.
	Remoção de lixo e entulho	Consiste em recolhimento, carga, transporte e descarga, em local predeterminado, de lixo e entulho, de toda espécie.
	Varredura e limpeza de pista	Consiste em varrer e limpar as pistas e acostamentos, manualmente, para retirada de material terroso depositado A1:C36 e/ou acumulado, naquelas superfícies, por efeito do tráfego ou deficiência da drenagem superficial. Estão incluídos, nestes serviços, a carga, o transporte e a descarga do material resultante da limpeza.

Fonte: Manual de Conservação Rodoviária (2005).

2.1.2 CONSERVAÇÃO PREVENTIVA PERIÓDICA

Conservação Preventiva Periódica é o conjunto de operações de conservação, realizadas periodicamente com o objetivo de evitar surgimento ou agravamento de defeitos. Trata-se de tarefas requeridas durante o ano, mas cuja frequência de execução depende do trânsito, topografia e clima (DNIT, 2005). A identificação da necessidade de realização de alguns dos serviços apresentados na tabela 3 se dá a partir de uma avaliação da rodovia, e ocorre periodicamente, com o propósito de manter o funcionamento da rodovia em pleno estado de conservação.

Tabela 3 – Tarefas de Conservação Preventiva Periódica.

Tipo	Serviço	Descrição
Pavimento	Recomposição de revestimento primário	Consiste em corrigir o desgaste da ação do tráfego e da erosão na pista de rolamento e acostamentos através da adoção de material selecionado, com objetivo de recompor a seção transversal e dar maior conforto e segurança ao usuário.
	Capa selante com pedrisco	Consiste na aplicação de material betuminoso, seguida de imediata aplicação do agregado e tem como finalidade corrigir os revestimentos esgarçados, combater o envelhecimento dos revestimentos ocasionados pela oxidação do ligante, restabelecer a impermeabilização da superfície do revestimento e servir como tratamento antiderrapante.
	Lama asfáltica fina (granulometrias I e II)	Consiste na aplicação de uma mistura fluída de agregado miúdo, “filler”, emulsão asfáltica e água, em proporções definidas.
	Recomposição do revestimento com areia asfalto a frio	Consiste na aplicação de uma capa de mistura asfáltica para corrigir defeitos nas superfícies de rolamento.
	Recomposição do revestimento com areia asfalto a quente	Consiste na aplicação de uma capa de mistura asfáltica para corrigir defeitos nas superfícies de rolamento.
	Recomposição do revestimento com mistura betuminosa a frio	Consiste em colocar uma capa de mistura asfáltica na superfície de rolamento, para correção de defeitos do pavimento e recomposição da seção transversal, visando-se obter um rolamento seguro e confortável.
	Recomposição do revestimento com mistura betuminosa a quente	Consiste em colocar uma capa de mistura asfáltica na superfície de rolamento, para correção de defeitos do pavimento e recomposição da seção transversal, visando-se obter um rolamento seguro e confortável.
	Combate à exsudação com pedrisco	Consiste no espalhamento manual de agregado sobre a superfície exsudada. Visa evitar a ocorrência de subida do material betuminoso para a superfície do revestimento tornando-a lustrosa e escorregadia nos dias chuvosos.
	Fresagem	É o processo pelo qual se corta parte das camadas superficiais de um pavimento existente, conferindo-lhe um novo perfil.
	Reciclagem de Pavimentos	Consiste no reaproveitamento de camadas betuminosas deterioradas – as quais através de processos específicos, são devidamente recuperadas, em termos de granulometria e de ligante betuminoso.

Tipo	Serviço	Descrição
Pavimento	Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica tratada com polímero	Consiste na aplicação de emulsão asfáltica modificada por polímero sobre a superfície de base imprimada ou revestimento anterior à execução de uma camada betuminosa qualquer, objetivando promover condições de aderência entre as camadas.
	Tratamento Superficial Duplo com Asfalto Polímero	Consiste em uma camada de revestimento do pavimento, constituído por duas aplicações sucessivas de ligante asfáltico modificado por polímero do tipo SSB cobertas cada uma por camada de agregado mineral.
	Micro Revestimento de Pré- Misturado a Frio, com Asfalto Polímero	Consiste na associação de agregados, materiais de enchimento (filler), emulsão asfáltica modificada por polímero tipo SSB, água, aditivos se necessário, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície plenamente preparada.
	Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto Polímero	Consiste em mistura executada em usina apropriada, com características específicas, constituída de agregados, material de enchimento (filler) se necessário, e cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero, espalhado e comprimido a quente.
	Recomposição de placa de concreto	Consiste em reparar áreas danificadas de pavimentos de concreto de cimento, para evitar a propagação de defeitos na própria placa e nas placas vizinhas. Inclusive a correção de suporte deficiente.
Outros	Limpeza de ponte	Consiste na limpeza e varredura do tabuleiro, limpeza de drenos, guarda-corpo e guarda-rodas para prover segurança do tráfego.
	Caição	Consiste na pintura de cal de sarjetas, meio fio, muros, guarda-corpos ou quaisquer outras superfícies, visando melhorar a visibilidade e aumentar a segurança dos usuários.

Fonte: Manual de Conservação Rodoviária (2005).

2.1.3 CONSERVAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A Conservação de Emergência se dá pelo conjunto de operações, com o serviço ou obras necessárias para reparar, repor, reconstruir ou restaurar trechos ou estrutura da rodovia, que tenham sido seccionados, obstruídos ou danificados por um evento extraordinário, catastrófico, ocasionando a interrupção do tráfego da rodovia (DNIT, 2005). A identificação da necessidade de realização de alguns dos serviços apresentados na tabela 4 se dá por caráter emergencial, a fim de manter o funcionamento da rodovia em pleno estado de funcionamento.

Tabela 4 – Tarefas de Conservação de Emergência.

Tipo	Serviço	Descrição
Terraplanagem	Recomposição mecanizada de aterro	Consiste em recompor com equipamentos partes erodidas de aterros com o objetivo de restaurar o terrapleno original e preservar o corpo estradal.
Drenagem	Remoção manual de barreira em solo	Consiste na remoção manual de material deslizado de talude de corte sobre a plataforma da rodovia, com o objetivo de desobstruir a drenagem superficial e garantir a segurança do tráfego.
Drenagem	Remoção mecanizada de barreira - solo	Consiste na remoção com equipamentos de material deslizado de talude de corte sobre a plataforma da rodovia, com o objetivo de desobstruir a drenagem superficial e garantir a segurança do tráfego.

Fonte: Manual de Conservação Rodoviária (2005).

2.2 RESTAURAÇÃO

Os serviços de restauração surgem para dar ao elemento um novo ciclo de vida a partir de ações de reforço na sua estrutura, desde que a restauração deste elemento seja viável. Portanto faz-se necessário um projeto de engenharia, desenvolvido para atender as condições técnico-econômicas e de projeto. Sendo assim, a solução pode ser um simples reforço estrutural, ou até mesmo a restauração ou reconstrução do elemento, total ou parcial (DNIT, 2005).

2.3 PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA

A manutenção de rodovias é uma atividade contínua que visa preservar a infraestrutura viária. Para manter as rodovias em boas condições de conservação, são realizados serviços e obras de engenharia no pavimento, na sinalização horizontal e vertical, em obras de arte especiais (pontes, viadutos, contenções, túneis e passarelas), nos dispositivos de drenagem e demais elementos relacionados à infraestrutura da rodovia. O DNIT criou programas para atender as necessidades de manutenção e conserva rodoviária, sendo requerido a depender da finalidade do serviço e frequência (Figura 1).

Figura 1 – Programas de Manutenção Rodoviária.



Fonte: Autor (2022).

2.3.1 CREMA

O programa de Contratos de Recuperação e Manutenção Rodoviária (CREMA) compreende obras de recuperação do pavimento e execução dos serviços de manutenção e de conservação rotineira.

Segundo a Instrução de Serviço nº 07/DG/DNIT (2016), é de responsabilidade da contratada todas as obras de recuperação e serviços de manutenção e conservação referentes ao contrato. As obras e serviços dos contratos CREMA estão divididos em 6 grupos (Tabela 5).

Tabela 5 – Divisão de atividades e subatividades CREMA.

Grupo	Atividades	Subatividades
1	SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO	Pavimento das Pistas e Acostamentos
		Canteiros, Interseções e Faixas de Domínio
		Dispositivos de Proteção e Segurança
		Terraplenos e Estruturas de Contenção
		Sistemas de Drenagem e OAC
2	OBRAS DE RECUPERAÇÃO	Recuperação de Pista, incluindo sinalização provisória
		Recuperação de Terceiras Faixas
		Recuperação de Acostamentos
3	OBRAS DE DRENAGEM	Drenagem Superficial
		Drenagem Profunda
		Drenagem de Talvegue
4	OBRAS COMPLEMENTARES	Cercas
		Defensas
5	OBRAS DE MELHORAMENTO	Travessias Urbanas
		Intervenções de Recuperação Ambiental
6	SERVIÇOS COMPLEMENTARES DE CONSERVAÇÃO	Remoção Mecanizada de Barreira - Solo
		Remoção Mecanizada de Barreira - Rocha
		Recomposição de Bueiro
		Enrocamento Pedra Arrumada
		Enrocamento Pedra Jogada
		Execução de Muro Gabião

Fonte: Instrução de Serviço 07/DG/DNIT (2016).

- Padrão de desempenho

Segundo a Instrução de Serviço 07/DG/DNIT (2016) os padrões de desempenho (PD) definidos devem ser atendidos, a partir da aplicação de um conjunto de ações coordenadas compostas pelos serviços de manutenção e conservação, obras de recuperação, obras de drenagem, obras complementares e pelas obras de melhoramentos.

Para as obras de recuperação, as medições e pagamento ocorrem mensalmente, conforme extensão executada, por unidade de serviço concluído. No entanto, a medição dos serviços de manutenção e conserva, devem ser atestados somente quando algumas condições funcionais e estruturais atenderem os padrões de desempenho estabelecidos pela instrução de serviço.

- Fiscalização

De acordo com a Instrução de Serviço 07/DG/DNIT (2016), o responsável pela fiscalização do contrato é o gerente do contrato, este tem a atribuição de exercer a coordenação técnica e administrativa e a fiscalização do contrato. O fiscal tem apoio da empresa supervisora responsável contratada.

A contratante decide quando e onde será mais conveniente realizar as inspeções e notificará a contratada sobre os problemas encontrados. A fiscalização dos serviços de manutenção e conservação, são efetuadas pelo supervisor da unidade local responsável pelo lote, sendo de responsabilidade dele a tarefa de verificar a qualidade dos serviços executados para que se obtenha os padrões requeridos por norma.

2.3.2 RECUPERAÇÃO

Obras de recuperação estrutural do pavimento com retorno da sua vida útil são o conjunto de medidas destinadas a adaptar a rodovia de forma permanente às condições de tráfego atuais e futuras, prolongando seu período de vida útil.

Segundo a Instrução de Serviço nº 22/DG/DNIT (2016), o recebimento das obras se faz em duas etapas distintas, sendo a primeira de caráter provisório e a segunda sendo definitiva.

- **Fiscalização**

De acordo com a Instrução de Serviço 07/DG/DNIT (2016), após a conclusão dos serviços de pavimentação e drenagem superficial, total ou parcialmente, deve a fiscalização do DNIT, com o auxílio da supervisora de obras, promover os levantamentos solicitados pela instrução de serviço, facultando à contratada o seu acompanhamento.

2.3.3 PATO

O Plano Anual de Trabalho e Orçamento (PATO) é responsável pela contratação de serviços de conservação preventiva e rotineira. Abrangem as operações de conservação, realizadas periodicamente, com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de defeitos e restabelecer o funcionamento dos componentes da rodovia, propiciando conforto e segurança aos usuários.

Segundo a Instrução de Serviço nº 18/DG/DNIT (2019) os contratos PATO se dão por desempenho seguindo o formato de pagamento a preço unitário, tendo os serviços agrupados em dois grupos distintos (Tabela 6).

Tabela 6 – Divisão de atividades PATO.

Grupo	Atividades
1	Conservação da faixa de domínio e limpeza de dispositivos de drenagem e de OAC.
2	Conservação e manutenção da pista de rolamento.

Fonte: Instrução de Serviço 18/DG/DNIT (2019).

A contratada é responsável por manter os serviços de manutenção e conservação dos dois grupos, dentro dos padrões de desempenho estabelecidos no anexo V da instrução de serviço

18/DG/DNIT (2019).

- Padrão de desempenho

Os serviços executados pela empresa contratada devem atender aos padrões mínimos requeridos pelo anexo III da instrução de serviço 18/DG/DNIT (2019).

- Fiscalização

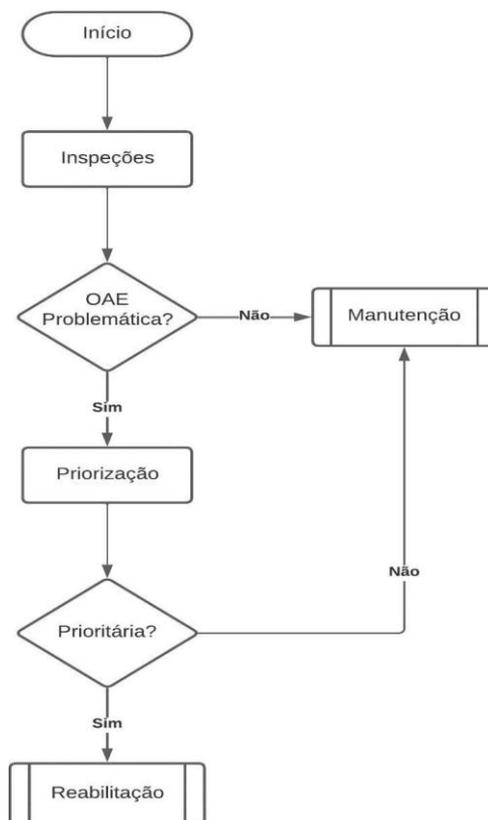
Segundo a Instrução de Serviço nº 22/DG/DNIT (2016), a fiscalização dos serviços estabelecidos é efetuada por servidor designado da Superintendência do DNIT, sendo deste servidor a responsabilidade de verificar a efetividade do serviço executado. O fiscal tem apoio da empresa supervisora responsável contratada.

2.3.4 PROARTE

De acordo com a Instrução de Serviço 14/DG/DNIT (2016), o Programa de Manutenção e Reabilitação de Estruturas (PROARTE) contempla os serviços de reabilitação estrutural e funcional, bem como os serviços de manutenção preventiva e corretiva de estruturas constantes na malha rodoviária federal. No caso das reabilitações, em que os estudos realizados comprovem a viabilidade técnica e operacional, a empresa responsável pode propor a substituição total da estrutura ou de suas partes.

Os serviços de manutenção são destinados as OAEs que não são selecionadas para o serviço de reabilitação, independente da sua condição estrutural ou de conservação, como apresenta o fluxograma (Figura 2). As intervenções de reabilitação obedecem a alguns critérios de priorização definidos na instrução de serviço.

Figura 2 – Fluxo para seleção de OAEs para manutenção ou reabilitação.



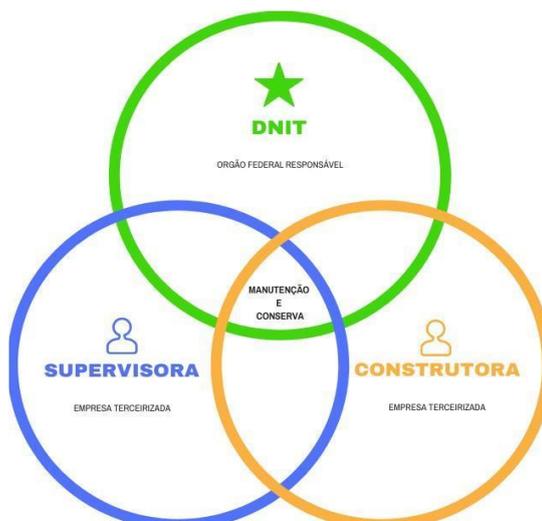
Fonte: Instrução de Serviço 14/DG/DNIT (2016).

Incluem-se no presente Programa as Obras de Arte Especiais – OAES pertencentes à malha rodoviária federal, englobando as pontes, viadutos, passarelas, galerias de concreto armado, túneis e estruturas de contenção.

2.3.5 GESTÃO DA MANUTENÇÃO E CONSERVA DE RODOVIAS FEDERAIS

Segundo o Ministério da Infraestrutura (2020), é de responsabilidade da Diretoria de Infraestrutura Rodoviária (DIR) do DNIT a manutenção, recuperação e construção de vias de transportes interurbanas federais sob jurisdição federal administradas. Por meio de licitações, algumas funções são transferidas para segundas empresas, que em conjunto com o órgão, são incumbidas pela supervisão ou execução dos serviços de manutenção e conservação, a fim de manter a segurança e funcionalidade das rodovias (Figura 3).

Figura 3 – Gestão da manutenção e conserva de rodovias federais.



Fonte: Autor (2022).

PINTO (2009) apresenta uma representação de um sistema de gestão da manutenção, bem como os principais componentes *input* para o processo de gerenciamento da manutenção (Figura 4). De acordo com PINTO (2009), para ter-se um sistema de gerenciamento são necessários: dados cadastrais dos itens do patrimônio, quantidade e localização; um conjunto de alternativas viáveis para intervenção e reparos; fatores de custo; disponibilidade de recursos e pessoal; condição do item e histórico de manutenção; e restrições e políticas de manutenção.

Figura 4 – Esquema básico de um sistema de gerenciamento da manutenção.

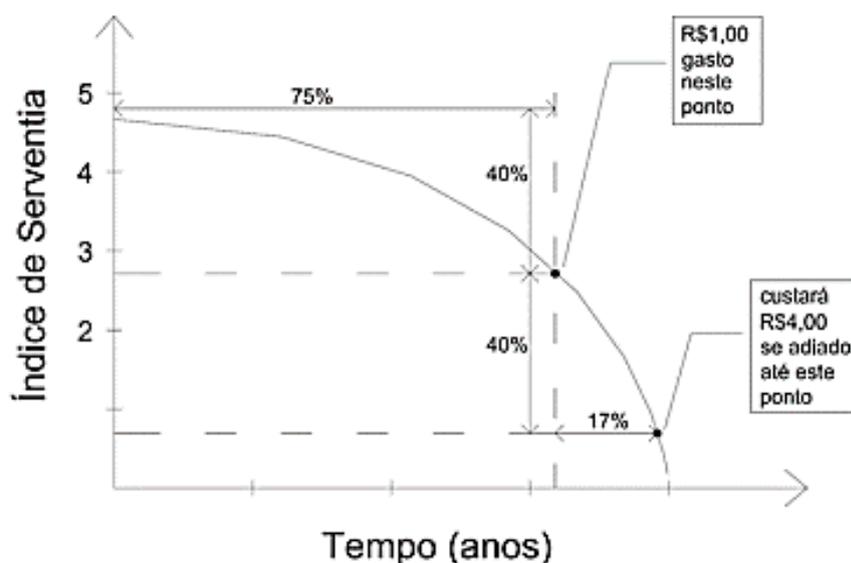


Fonte: PINTO (2009).

Segundo o Manual de Gerência de Pavimentos (2011), a priorização dos investimentos aplicados aos serviços de manutenção e conserva devem ser feitos de forma sequencial e interativa, através de análises que permitem a escolha de alternativas de estratégias de manutenção e conservação ou, se for o caso, ações de reforço ou reconstrução.

Ainda de acordo com o Manual de Gerência de Pavimentos (2011), é necessário a existência de uma ferramenta com embasamento técnico confiável que expresse o estado atual e futuro da malha, caso não sejam aplicados os recursos no momento adequado. A manutenção tardia desse patrimônio pode gerar envelhecimento precoce dos pavimentos, atingindo seu esgotamento num processo de deterioração irreversível (Figura 5).

Figura 5 – Índice de serventia x Vida útil do pavimento.



Fonte: Manual de Gerência de Pavimentos (2011).

No exemplo apresentado no Manual de Gerência de Pavimentos (Figura 5), observa-se que o Índice de Serventia teve uma queda de 40%, após o pavimento consumir 75% de sua vida útil. Nos 17% seguintes de vida útil, o Índice de Serventia caiu mais 40%, implicando em um aumento de 300% no custo das atividades de manutenção, devido à postergação. Este exemplo evidencia a importância das intervenções de manutenção, com serviços preventivos ou corretivos, a fim de se estender a vida útil do pavimento.

2.4 BUSINESS INTELLIGENCE (BI)

O *Business Intelligence* (BI) ou como apresenta a tradução “Inteligência de negócios” possui várias definições. Pode ser definido como um conjunto de atividades que buscam dar suporte a tomada de decisões, através do processamento e análise de dados. Sharda *et al.* (2019) entendem que:

“O principal objetivo do BI é possibilitar acesso interativo (às vezes em tempo real) a dados, permitir a manipulação de dados e oferecer a gestores empresariais e analistas a capacidade de conduzir análises apropriadas. Ao analisarem dados, situações e desempenhos históricos e atuais, os tomadores de decisões obtêm vislumbres valiosos que lhes permitem tomar decisões mais embasadas e melhores. O processo de BI baseia-se na transformação de dados em informações, depois em decisões e por fim em ações.”

Para isto existem diversas ferramentas BI que possibilitam o processamento, tratamento e análise dos dados que, a depender do *software* utilizado, facilita a execução destes processos. De acordo com Primak (2008):

“A arquitetura de um BI envolve diversos componentes, que vão desde servidores de alto desempenho, discos de grande capacidade de armazenamento a sistemas inteligentes que proporcionam a transformação de dados brutos em informações privilegiadas, disponibilizando-as aos usuários de acordo com os diversos níveis hierárquicos de uma organização.”

2.4.1 COMPONENTES DO *BUSINESS INTELLIGENCE*

Segundo OLSZAK e ZIEMBA (2012), os sistemas de BI podem ser analisados sob duas perspectivas, sendo uma do ponto de vista técnico e outra do ponto de vista de negócios. Do ponto de vista técnico, estes sistemas podem ser definidos como um conjunto integrado de ferramentas, tecnologias e *softwares* que são usados para coletar dados heterogêneos, partindo de diferentes fontes e, posteriormente, integrar e analisar estes dados tornando-os disponíveis (OLSZAK; ZIEMBA, 2012).

Estes sistemas são compostos por:

- Ferramentas para extrair, transformar e carregar dados (ETL, ferramentas *Extraction-Transformation-Load*) – são os principais responsáveis pela transferência de dados de sistemas de transações e internet para *data warehouses*;
- *Data Warehouses* – fornecem local para armazenamento de dados agregados e tratados;
- Ferramentas analíticas (OLAP, *On-Line Analytical Processing*) – permitem aos usuários acessar, analisar e modelar problemas de negócios e compartilhar informações armazenadas em *data warehouses*;
- Ferramentas de mineração de dados – permitem descobrir vários padrões, generalizações, regularidades e regras nos recursos de dados;
- Ferramentas para relatórios e consultas *Ad hoc* – permitem a criação e utilização de diferentes relatórios sintéticos;
- Ferramentas de visualização – aplicações que incluem interfaces gráficas e multimídia cuja tarefa é fornecer informações aos usuários de forma confortável e acessível.

Do ponto de vista de negócios, segundo OLSZAK e ZIEMBA (2012), os sistemas de BI são definidos como uma filosofia, partindo de metodologias específicas que estão relacionadas ao trabalho com informação e conhecimento, comunicação aberta e compartilhamento deste conhecimento integrado a uma abordagem global e analítica dos processos de negócios nas

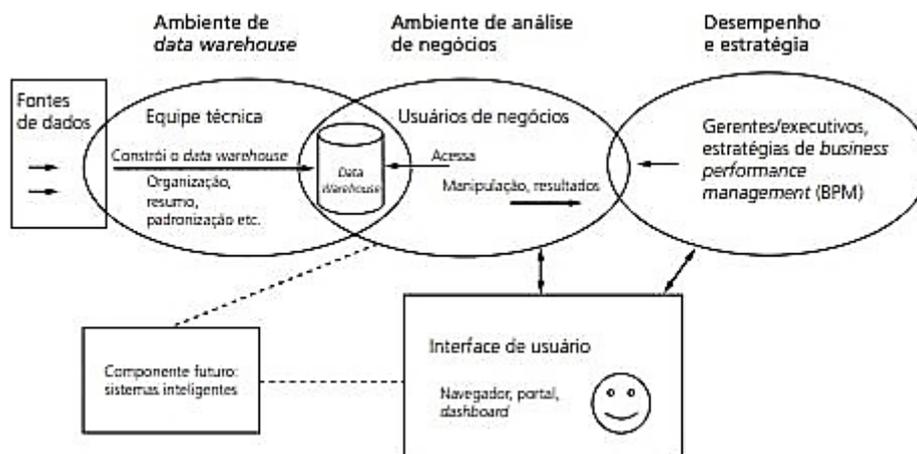
organizações/empresas (OLSZAK; ZIEMBA, 2012).

O BI pode ser considerado como uma metodologia que guia o processo de análise de dados, estando presente em todo processo construtivo, partindo do tratamento e modelagem destes dados, envolvendo tecnologias e *softwares*, tendo a informação como produto final.

2.4.2 FLUXO DO BUSINESS INTELLIGENCE

O principal objetivo do BI é a conversão de dados brutos em informações que dão suporte às análises que auxiliaram na tomada de decisão. Entretanto, a análise não é precisa, confiável ou mesmo possível a menos que as outras etapas do caminho tenham sido abordadas de forma correta (Turban *et al.*, 2009). Para isto, é necessário obter-se dados concretos e objetivos para a análise desejada. Estes dados abastecem um banco de dados (*database*) ou mesmo um banco de dados composto por várias fontes de dados (*Data Warehouse*). Em seguida, por meio de um *software*, os dados são extraídos, tratados e carregados (ETL - *Extract, Transform and Load*) no *software*, possibilitando a manipulação destes dados, e por fim, torna possível a visualização das informações geradas (Figura 6).

Figura 6 – Uma arquitetura de alto nível do BI.



Fonte: Turban et al. (2009).

Ferramentas analíticas OLAP (*On-Line Analytical Processing*) permitem que os usuários e gerentes/executivos acessem, analisem e compartilhem as informações que estão armazenadas no *Data Warehouse*, por meio do navegador, portal ou *dashboards*.

2.4.3 BENEFÍCIOS NA UTILIZAÇÃO DO BUSINESS INTELLIGENCE

O tempo é um fator muito importante, seja na execução de uma atividade ou na hora de decidir qual a melhor opção para que se evite erros, portanto, se o tempo é curto, é necessário que se faça uso de ferramentas que auxiliem na execução da atividade a fim de se ter um aumento de produtividade e uma maior assertividade na sua execução. Turban *et al.* (2009) citam alguns benefícios do *Business Intelligence*:

1. Geração de relatórios mais rápida e precisa;
2. Melhoria na tomada de decisões;
3. Economia de tempo;
4. Versão única da verdade;
5. Melhoria das estratégias e dos planos;
6. Maior eficiência nos processos;
7. Economia de custos.

Turban *et al.* (2009) ressalta que a aplicação do BI vai além de um simples *dashboard* que facilita a visualização e o entendimento dos dados, pois através da sua aplicação é possível otimizar todo o processo de gestão e análise de dados.

2.4.4 SOFTWARES DE *BUSINESS INTELLIGENCE*

Há diversas ferramentas de *Business Intelligence* disponíveis no mercado, com o propósito de observar padrões, entender comportamentos de números, captar insights e fazer descobertas com base nessas informações, portanto, isto só é possível a partir da visão técnica e analítica de um profissional.

As ferramentas de business intelligence podem combinar um amplo número de instrumentos de análises de dados, como consultas e análises ad hoc, relatórios dinâmicos, processamento analítico online (OLAP), BI móvel, BI em tempo real, BI com armazenamento de dados na nuvem, BI colaborativo, dentre outros. Normalmente dispõem de ferramentas de visualização de dados para a criação de gráficos, bem como ferramentas para criação de painéis de BI e tabelas de desempenho que exibem as métricas e KPIs do negócio que possibilitam apresentar dados essenciais à empresa, de uma forma simples.

A escolha da ferramenta ideal depende das necessidades da empresa ou organização e do objetivo ansiado. FERREIRA (2020) apresenta algumas características e vantagens de diferentes ferramentas BI:

a) *Google Data Studio*

A ferramenta *Data Studio* permite a integração nativa com outras ferramentas da empresa Google, como *Google Docs*, *Google Ads*, *Google Sheets*, *Google Analytics*, entre outras.

As principais vantagens do software Google Data Studio são:

- Criar relatórios e gráficos;
- Integração com outras ferramentas nativas;
- Atualizar dados em tempo real;
- Integrar usuários (Trabalho colaborativo);

b) *Microsoft Power BI*

O software POWER BI é uma ferramenta de Business Intelligence desenvolvida pela empresa de tecnologia MICROSOFT que possibilita a empresas realizar análises gerenciais através de visualizações interativas com uma interface simples, facilitando para o usuário a criação de relatórios dinâmicos.

As principais vantagens do software POWER BI são:

- *Interface* Simples e amigável;
- captação de *insights* em tempo real facilitada;
- Acesso à informação remotamente por meio de aplicativo em smartphone;
- plataforma em nuvem, com várias opções de integração;

c) Tableau

O Tableau é uma ferramenta de fácil operação, que permite a captação de dados de forma simples. Ele também permite o compartilhamento das informações geradas, de forma dinâmica. A ferramenta traz uma ampla seleção de integrações para captar dados de fontes importantes, como Excel, MySQL, Analytics, Oracle, Salesforce, entre outras.

As principais vantagens do software Tableau são:

- Gratuito, para uso pessoal;
- Dashboards de fácil gestão;
- Experiência de uso baseada em intuitividade;
- Análise simples e rápida, com feedback da plataforma.

d) QlikView

Com alto desempenho, a plataforma da QlikView é capaz de descobrir dados sem utilizar recursos de consultas. Com foco em segurança de dados e precisão nos resultados, sem dúvidas essa é uma das mais poderosas opções de software na categoria.

As principais vantagens da plataforma QlikView são:

- Integração com várias fontes de dados;
- Capacidade de carregar diversos tipos de arquivos;
- Segurança garantida, independentemente do ponto de acesso;
- Criação de interfaces flexíveis e facilitadas;
- Visualização de gráficos totalmente interativa e com grande liberdade ao usuário.

e) SAS Business Intelligence

A SAS tem foco em análise preditiva e ajuda a criar gráficos de visualização de dados avançados e de alto desempenho. A exploração da ferramenta é bastante simples, com relatórios interativos e dashboards que podem ser criados de acordo com as necessidades de cada time.

As principais vantagens da plataforma QlikView são:

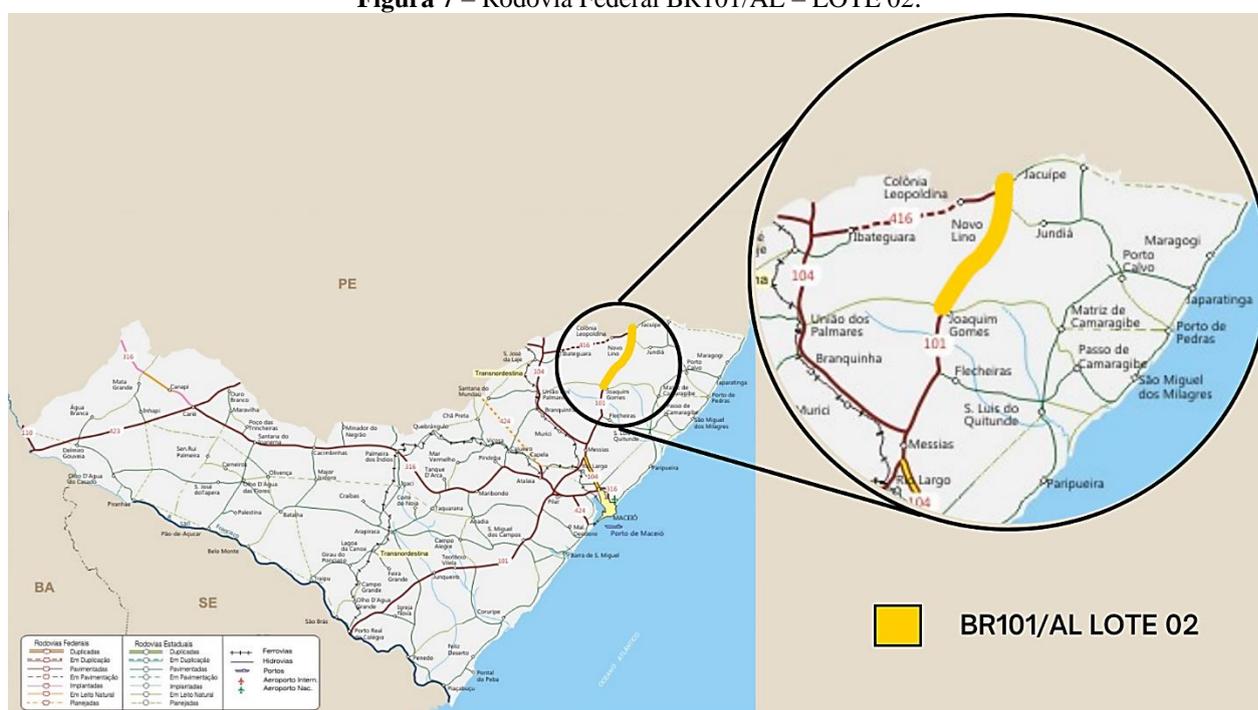
- capacidade de analisar textos e captar insights;
- acesso por mobile ou desktop;
- independentemente do acesso, o dashboard se mantém intacto e responsivo;
- ampla seleção de ferramentas em que a integração é possível.

3 MÉTODO

3.1 LOCAL DE ESTUDO

Este estudo foi realizado na rodovia BR-101 por ser um dos principais eixos rodoviários do país, cortando o país longitudinalmente, interligando 11 estados brasileiros, tendo início no município de Touros, no estado do Rio Grande do Norte, e terminando em São José do Norte, no Rio Grande do Sul. A BR-101/AL tem início no km 0,0 localizado entre a divisa dos estados de Pernambuco e Alagoas e termina no km 247,80 localizado na divisa entre Alagoas e Sergipe, com extensão total do trecho de 247,80 km.

Figura 7 – Rodovia Federal BR101/AL – LOTE 02.



Fonte: Autor.

O estudo foi realizado especificamente sobre o trecho referente ao lote 2 da BR101/AL por se tratar de um trecho parcialmente duplicado, onde há a presença de diferentes tipos de pavimento. Portanto, a existência de um trecho não duplicado de pista simples, no qual contribui para uma sobrecarga e um maior desgaste no pavimento, foram essenciais na escolha do trecho para estudo. O lote 02 vai de Novo Lino, divisa com o Estado de Pernambuco, até a cidade de Joaquim Gomes, totalizando 46,4 km de extensão (Figura 7). Neste lote, a rodovia não se apresenta duplicada na sua totalidade por conta de um trecho que pertence a área indígena Wassu Cocal, na qual aguarda liberação da Fundação Nacional do Índio (FUNAI) para ter sua duplicação iniciada. Portanto, neste período de janeiro a dezembro de 2021, para este trecho da BR101/AL analisado, a rodovia encontrava-se parcialmente duplicada, possuindo trechos em pavimento flexível e trechos em pavimento rígido de concreto.

A BR-101/AL é administrada pelo DNIT, o qual terceiriza a supervisão das condições de

manutenção da rodovia a uma empresa privada e a execução dos serviços de manutenção e conservas, do programa PATO, a uma segunda empresa.

A Figura 8 apresenta um exemplo do relatório mensal gerado pela empresa fiscalizadora contendo os problemas levantados na rodovia, que compõe parte do relatório geral que é encaminhado para o DNIT.

Figura 8 – Relatório Fotográfico - BR-101/AL.

DNIT			
MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA			
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES			
Foto 63		Foto 63 ATACADA	
KM:	42,3 LE	Data:	08/02/2021
COORDENADAS	194288		8983842
Descrição:	Buraco	Atualização:	
			
Foto 64		Foto 64 ATACADA	
KM:	82,5 LE	Data:	08/02/2021
COORDENADAS	185001		8954009
Descrição:	MFC Danificado	Atualização:	29/04/2021
			
RODOVIA:	BR-101 / AL		
TRECHO:			
SUBTRECHO:	Div. PE/AL - Div AL/SE		
SEGMENHO:	KM 0,0 ao KM 247,80		
BKTENÇÃO:	247,80 KM		
EMPRESA:			
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO			
		FEVEREIRO/2021	PG - 32

Fonte: PROSUL (2021).

3.2 COLETA DE DADOS

As informações necessárias para este estudo foram obtidas através da empresa terceirizada responsável pela supervisão das condições de manutenção e conserva da BR- 101/AL, por meio de

fichas técnicas (Figura 9) e relatórios mensais (Figura 8) de não conformidades encontradas na rodovia referente ao período de janeiro a dezembro de 2021.

Figura 9 – Ficha técnica de não conformidades de um trecho da BR-101/AL.

RELAÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES P.A.T.O. - LADO DIREITO												COMBUSTO Nº 298-2618				
Nº	Empresa	BR	Data Expedição	Data Atualização	Tipo	Problema	Km	Lado	Rua	Lat	Long	Foto da NC (antes)	Foto da NC (depois)	Data de Registro	Situação	Segmento
1			9/3/2021	29/4/2021	Drenagem	MFC Danificado	6,1	LD	25L	209513	9011820				A	
2			10/02/2021		P. Rígido	Tintas transversal	6,3	LD	25L	209457	9011295				A	
3			13/02/2021		Drenagem	Acúmulo de água	9,5	LD	25L	207175	9009923				A	
4			12/9/2019	30/9/2020	P. Rígido	Tintas na estrada	10,4	LD	25L	206504	9009380				A	
5			13/05/2021		Drenagem	Acúmulo de água	16,1	LD	25L	205791	9004200				A	
6			11/12/2020	29/4/2021	Faixa de Domínio	Barreira rígida danificada	16,5	LD	25L	205983	9003903				A	
7			13/05/2021		Drenagem	Acúmulo de água	16,8	LD	25L	205767	9003573				A	

Fonte: PROSUL (2021).

A Figura 9 mostra um modelo de ficha utilizada para o levantamento e armazenamento dos problemas encontrados na rodovia durante as idas a campo, sendo registadas todas as informações referente aos problemas identificados na rodovia:

- Empresa: Identificação da empresa responsável pela execução dos serviços de manutenção e conserva da rodovia;
- BR: Identificação da rodovia;
- Data de expedição: Registro da data do levantamento do problema;
- Data de Atualização: Data atualizada para registro da persistência do problema;
- Tipo: Categoria na qual se enquadra o problema, divididos em: Pavimento Flexível, Pavimento Rígido, Drenagem, Faixa de Domínio, OAE;
- Problema: Descrição do problema;
- Km: Identificação do quilômetro em que se localiza o problema;

- Lado: Identificação do lado da rodovia em que se encontra o problema;
- Fuso: Fuso horário – Coordenada;
- Lat: Latitude – Coordenada;
- Long: Longitude – Coordenada;
- Foto da NC (Antes): Foto de identificação tirada na hora do levantamento;
- Foto da NC (Depois): Foto tirada após a solução do problema;
- Data de Fechamento: Registro da data em que se identificou o problema solucionado;
- Situação: Situação em que se encontra o problema, se encontrasse aberto (A) ou fechado (B);
- Seguimento: Identificação do trecho em que se encontra a não conformidade, para problemas contínuos, não pontuais;

No período de Jan//2021 a Dez/2021 a rodovia BR 101/AL possuía os serviços de manutenção e conserva assegurados por contrato PATO e, de acordo com a Instrução de Serviço Nº 18/2019/DNIT, os serviços contemplados neste tipo de contrato são:

- I. LIMPEZA DE FAIXA DE DOMÍNIO
- II. CONTROLE DA VEGETAÇÃO
- III. DISPOSITIVOS DE DRENAGEM
- IV. PISTA DE ROLAMENTO EM PAVIMENTO FLEXÍVEL

Na Figura 10 são apresentados alguns dos problemas levantados na rodovia, identificados pela empresa fiscalizadora:

Figura 10.a – Escorregamento de massa;

Figura 10.b – Meio fio danificado;

Figura 10.c – Quebras localizadas – Pavimento Rígido;

Figura 10.d – Buraco no pavimento (Panela);

Figura 10.e – Sarjeta obstruída;

Figura 10.f – Trinca longitudinal – Pavimento rígido;

Figura 10 – Tipos de problemas encontrados na BR101/AL.



Fonte: PROSUL (2021).

Após o levantamento de campo realizado pela fiscalizadora na rodovia, o DNIT e a empresa executora do PATO, são informados sobre os problemas identificados e, em seguida, a empresa executora inclui os serviços de correção em sua programação, como é apresentado na Figura 11.

Figura 11 – Etapas para a conservação preventiva e rotineira.



Fonte: Autor (2022).

3.3 UTILIZAÇÃO DO *BUSINESS INTELLIGENCE* PARA GESTÃO

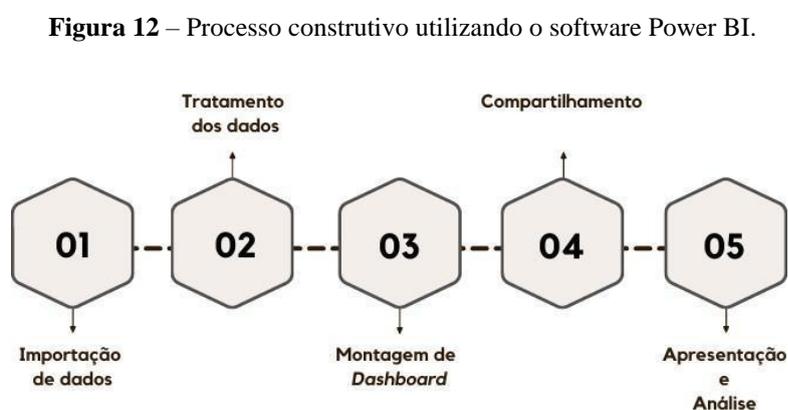
Através do tratamento e inserção de dados coletados em uma ferramenta BI, é possível criar *dashboards* dinâmicos que facilitem a análise dos dados, auxiliando na identificação de trechos críticos com maior celeridade e eficiência, alocando da melhor forma os recursos destinados

à manutenção e conservação da rodovia. A utilização de uma ferramenta BI permite a atualização direta das informações apresentadas através da sincronização do *dashboard* com o banco de dados, portanto, ao atualizar o banco de dados, o *dashboard* é automaticamente atualizado. Além disso, é possível compartilhar os dados na rede com todos os profissionais envolvidos, facilitando o processo de análise e tomada de decisão.

3.3.1 SOFTWARE UTILIZADO

Para realização deste trabalho foi utilizado o software POWER BI da MICROSOFT, pois como apresentado no item 2.4.4 b), ele apresenta uma *Interface* simples e amigável, além de permitir a sincronização com a fonte de dados e atualização em tempo real, e também possibilitar o compartilhamento das informações na nuvem e o acesso por aparelhos móveis.

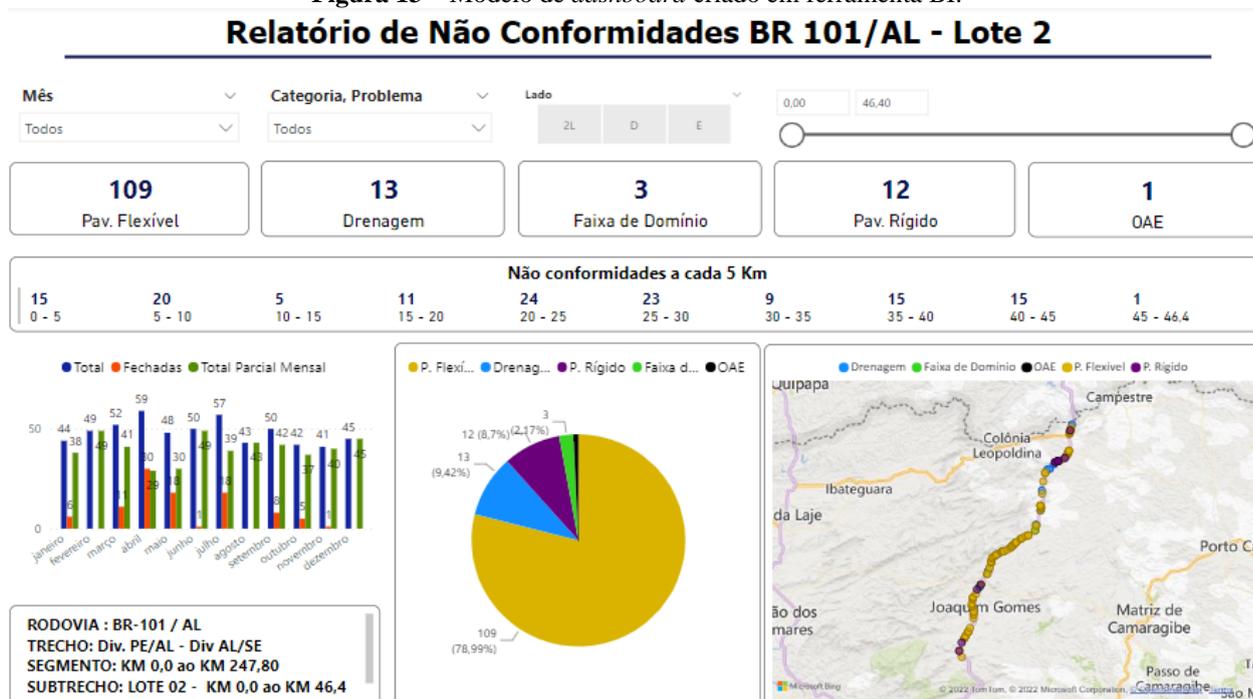
O processo construtivo no Power BI ocorreu seguindo o fluxo apresentado na Figura 12, onde este processo se inicia com a importação dos dados, seguindo para o tratamento destes dados, de forma que o software compreenda as informações. Após estas etapas é possível criar o painel de visualização de informações, que dependerá especificamente dos objetivos em questão. Por fim, o ambiente criado no POWER BI pode ser compartilhado na nuvem, com as partes interessadas para que sejam realizadas as análises necessárias.



Fonte: Autor (2022).

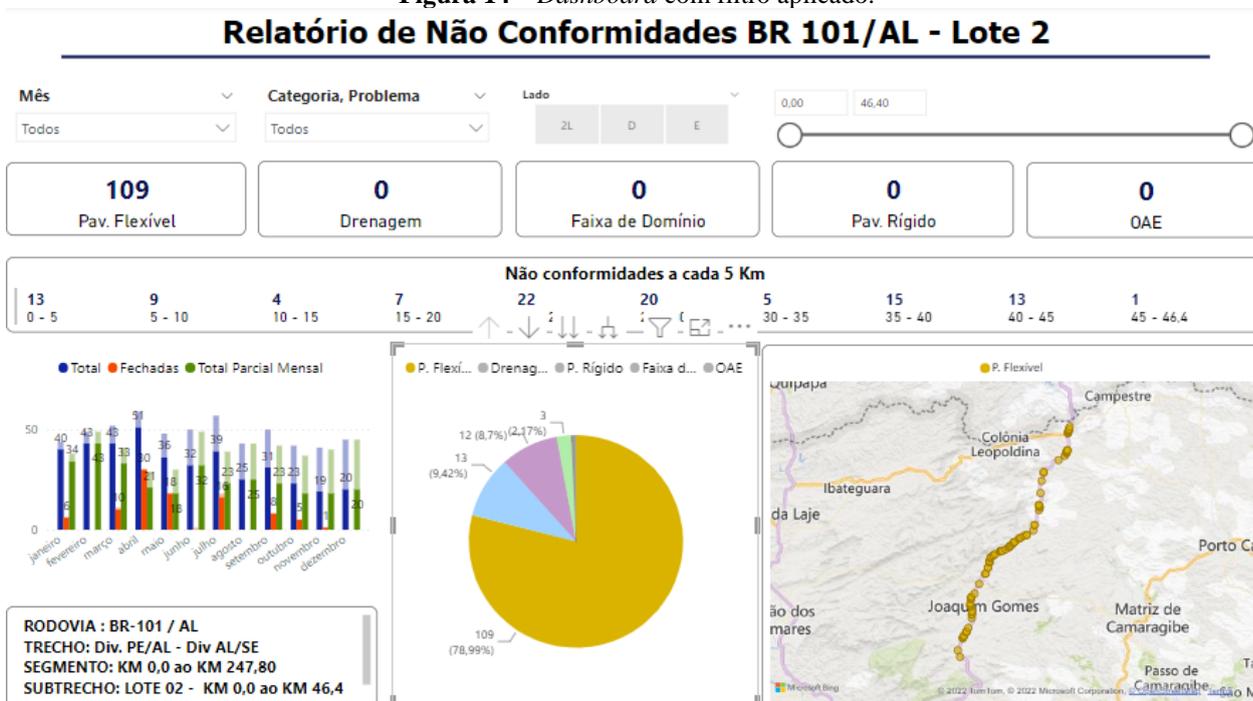
3.3.2 MODELOS DE ANÁLISES CRIADOS NO POWER BI

A Figura 13 apresenta o modelo de *dashboard* criado através do software POWER BI a partir de informações de um banco de dados. Nele é apresentado a quantidade de não conformidades por categorias; o total de não conformidades; o total de não conformidades por trecho de 5 quilômetros; o total de não conformidades abertas no início do mês; o total parcial de não conformidades abertas no mês; o total de não conformidades corrigidas no mês; informações gerais do contrato de conservação; e uma representação visual das não conformidades encontradas na rodovia por meio de coordenadas geográficas no mapa.

Figura 13 – Modelo de *dashboard* criado em ferramenta BI.

Fonte: Autor (2022).

O *dashboad* é montado de acordo com o objetivo da análise, portanto, partindo do pressuposto de que todas as informações estão vinculadas, o *dashboard* é dinâmico e permite análises detalhadas a partir de um *click*, em qualquer informação visível, como apresentado na Figura 14, onde é selecionada a categoria de pavimento flexível no “gráfico de pizza” e todo o *dashboard* se altera, voltando-se para apresentação somente dos dados vinculados a esta informação de categoria.

Figura 14 – *Dashboard* com filtro aplicado.

Fonte: Autor (2022).

O mesmo ocorre para os *dashboards* apresentados nas Figura 15 e Figura 16 que apresentam o *dashboard* antes da aplicação do filtro de seleção, e após a aplicação do filtro, clicando em um dos problemas apresentados no mapa.

Figura 15 – *Dashboard* sem filtro aplicado.



Fonte: Autor (2022).

A aplicação do filtro de seleção, neste caso, pode ocorrer de duas formas: Aplicar o filtro clicando no problema apresentado no mapa, logo, a tabela apresenta somente as informações do problema selecionado, como apresentado na Figura 16. Outra forma seria selecionar o problema na tabela, mostrando no mapa apenas a localização do problema desejado. A escolha da aplicação destes filtros de seleção no *dashboard* depende exclusivamente do objetivo da análise.

Figura 16 – *Dashboard* com filtro de seleção aplicado.



Fonte: Autor (2022).

Posicionando o *mouse* sobre algum problema no mapa é possível obter informações mais detalhadas sobre o problema, como é apresentado na figura 17. Estas informações são inseridas a depender da necessidade da análise.

Figura 17 – Informações apresentadas sobre o mapa.



Fonte: Autor (2022).

4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados das análises obtidas através de relatórios gerados no software POWER BI, a partir de um banco de dados contendo todos os problemas apresentados na rodovia BR101/AL, Lote 02, no período de janeiro a dezembro de 2021.

4.1 CONDIÇÕES ANALISADAS

Foram realizadas diversas análises com a utilização do *software BI* para interpretação dos dados existentes sobre as condições de manutenção e conserva da rodovia. Os arquivos que serviram de base para este estudo, encontravam-se inicialmente no formato xls., em uma planilha, possuindo 2124 linhas de dados, onde cada linha representa informações de um único problema identificado na rodovia BR101/AL, no ano de 2021. A utilização do *software BI* facilitou o processo de análise destes dados, possibilitando uma análise mais clara e didática, de forma gráfica, visual, localizando os trechos críticos, os problemas persistentes e a classificação do problema por categoria. Todos os *dashboards* apresentados foram gerados a partir de um único *dashboard* dinâmico, no software POWER BI, que torna a análise dos dados mais ágil, simples, além de dinâmica e compartilhada.

Uma dificuldade neste processo construtivo, com a utilização da ferramenta POWER BI, está na inserção das informações de coordenadas geográficas dos problemas identificados na rodovia. Caso as informações de coordenadas não estejam em Graus Decimais, há a necessidade de conversão dos valores de latitude e longitude de cada não conformidade, pois o software realiza a leitura destas informações de coordenadas neste formato. Porém é um problema de fácil resolução, podendo ser corrigido utilizando ferramentas do próprio EXCEL ou até mesmo por meio da ferramenta de edição do POWER BI, o POWER QUERY.

4.1.1 ANÁLISE GERAL

Por meio do *dashboard* apresentado na Figura 18 é possível visualizar todos os problemas levantados na rodovia BR101/AL, lote 02, do Km 0,0 ao Km 46,4, no período de janeiro a dezembro de 2021. É observado a quantidade de problemas que se encontravam em aberto (Não conformidades existentes) ao longo de cada mês, a quantidade de problemas sanados (Não conformidades fechadas) pela empresa responsável pela execução dos serviços de manutenção e conserva, e a quantidade total de problemas apresentados na rodovia por trecho de 5 quilômetros. Através da geração deste relatório, com o auxílio do POWER BI, constatou-se que o trecho entre os quilômetros 20,00 e 30,00, do lote 02, é o mais comprometido, se apresentando como um trecho crítico, com um maior número de não conformidades, totalizando 47 problemas identificados na rodovia ao longo de 2021. Dentre estes problemas presentes na rodovia, neste trecho, 42 estão relacionados a pavimento flexível, 1 drenagem, 2 faixas de domínio, 1 pavimento rígido e 1

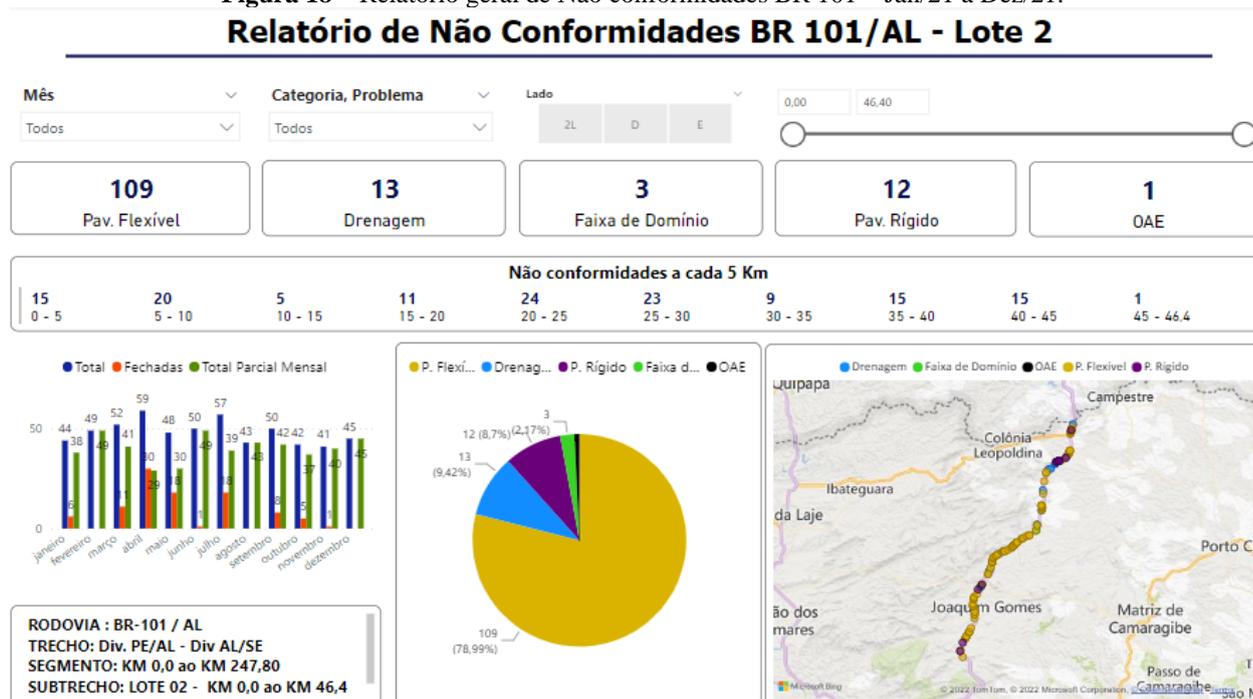
relacionado a OAE.

Vale ressaltar que este trecho pertence a área indígena Wassu Cocal, na qual aguarda liberação da Fundação Nacional do Índio (FUNAI) para ter sua duplicação iniciada, além de ser uma área com tráfego de veículos de carga pesada, o que compromete toda a estrutura física do pavimento e sua vida útil.

Outro trecho que se destacou pelo número de problemas apresentados foi o trecho do km 5,0 ao km 10,0, apresentando um total de 20 problemas presentes na rodovia ao longo do ano de 2021. Utilizando as opções de análise gráfica do POWER BI pode-se identificar que dentre os problemas apresentados neste trecho, 9 destes estão relacionados a pavimento flexível, 4 a drenagem e 7 destes a um trecho de pavimento rígido.

No entanto, no último trecho do lote 02 apresentado na figura 18 é possível identificar que houve apenas 1 incidente, isto se deve ao fato deste trecho possuir apenas 1,4 km de extensão, enquanto os demais foram divididos em segmentos de 5,0 km.

Figura 18 – Relatório geral de Não conformidades BR 101 – Jan/21 a Dez/21.



Fonte: Autor (2022).

No gráfico de barras apresentado na figura 18 é possível identificar a quantidade total de não conformidades abertas por mês (vermelho), assim como a quantidade de problemas solucionados (azul) pela empresa responsável pela execução dos serviços de manutenção na rodovia. Logo, a quantidade total de não conformidades em cada mês é dada por:

$$Tp_n = Tp_{(n-1)} + Ta - Tf_{(n-1)}$$

Onde,

Tp_n = Total de problemas existentes no mês em questão;

$T_{p(n-1)}$ = Total de problemas do mês anterior que permaneceram abertos;

$T_{f(n-1)}$ = Total de problemas solucionados no mês;

T_a = Total de problemas levantados no mês;

Portanto, vale destacar os meses de Abril, Maio e Junho com maiores número de problemas levantados na rodovia (Tabela 7),

Tabela 7 – Não conformidades BR 101 – Jan/21 a Dez/21 - Lote 02.

Mês	Abertas no mês	Fechadas no mês	Total Parcial Mensal
Jan	1	6	38
Fev	11	0	49
Mar	3	11	41
Abr	18	30	29
Mai	19	18	30
Jun	20	1	49
Jul	8	18	39
Ago	4	0	43
Set	7	8	42
Out	0	5	37
Nov	4	1	40
Dez	5	0	45

Fonte: Autor (2022).

A quantidade de problemas fechados pela empresa responsável não segue um fluxo pois existem diversos fatores que influenciam na resolução dos problemas, como: Extensão da malha, tipo do problema, viabilidade técnica e financeira, dentre outros.

O gráfico de pizza apresentado na Figura 18 divide os problemas apresentados na rodovia por categoria. Portanto, dentre os problemas identificados na rodovia BR101/AL - lote 02 ao longo de 2021, temos:

- a. 79% Pavimento flexível;
- b. 9,4% Drenagem;
- c. 8,7% Pavimento rígido;
- d. 2,2% Faixa de domínio;
- e. 0,7% OAE;

4.1.2 PROBLEMAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL

Como apresentado na Figura 19, foram levantados 109 problemas relacionados ao pavimento flexível ao longo do lote 02 da BR101/AL, problemas como: buraco; trincas; trilha de roda e escorregamento de massa. Estes problemas relacionados a pavimento flexível são localizados graficamente na Figura 19 e estão presentes ao longo da rodovia.

Figura 19 – Relatório com filtro aplicado: Pavimento flexível.



Fonte: Autor (2022).

O gráfico 6 apresenta detalhadamente a proporção dos problemas relacionados ao pavimento tipo flexível e suas descrições. Portanto, dentre os problemas relacionados ao pavimento tipo flexível identificados na rodovia BR101/AL, lote 02, temos:

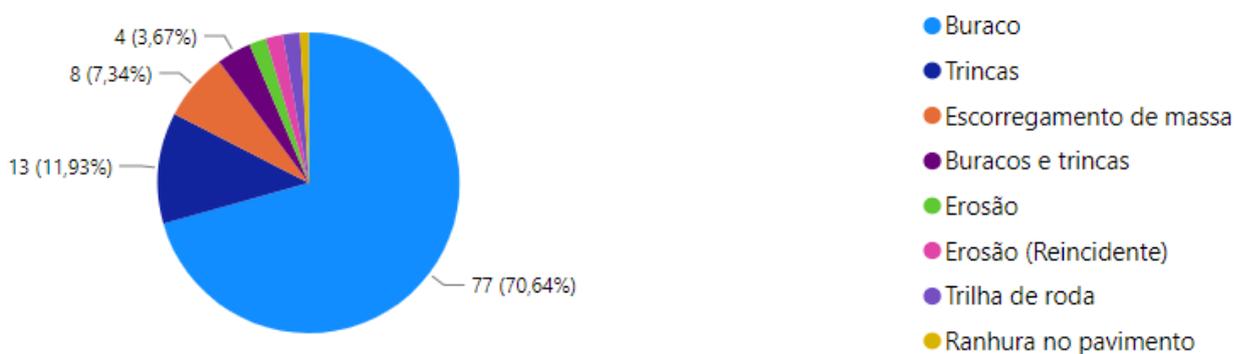
- a. Buracos no pavimento (Figura 20a);
- b. Trincas no pavimento (Figura 20b);
- c. Escorregamentos de massa (Figura 20c);
- d. Erosões (Figura 20d);
- e. Buracos e trincas (Figura 20e);
- f. Trilha de roda (Figura 20f);
- g. Ranhuras no pavimento;

Figura 20 – Problemas apresentados no pav. Flexível.



Fonte: Autor (2022).

Gráfico 5 – Defeitos no pavimento flexível BR101 - Lote 02.



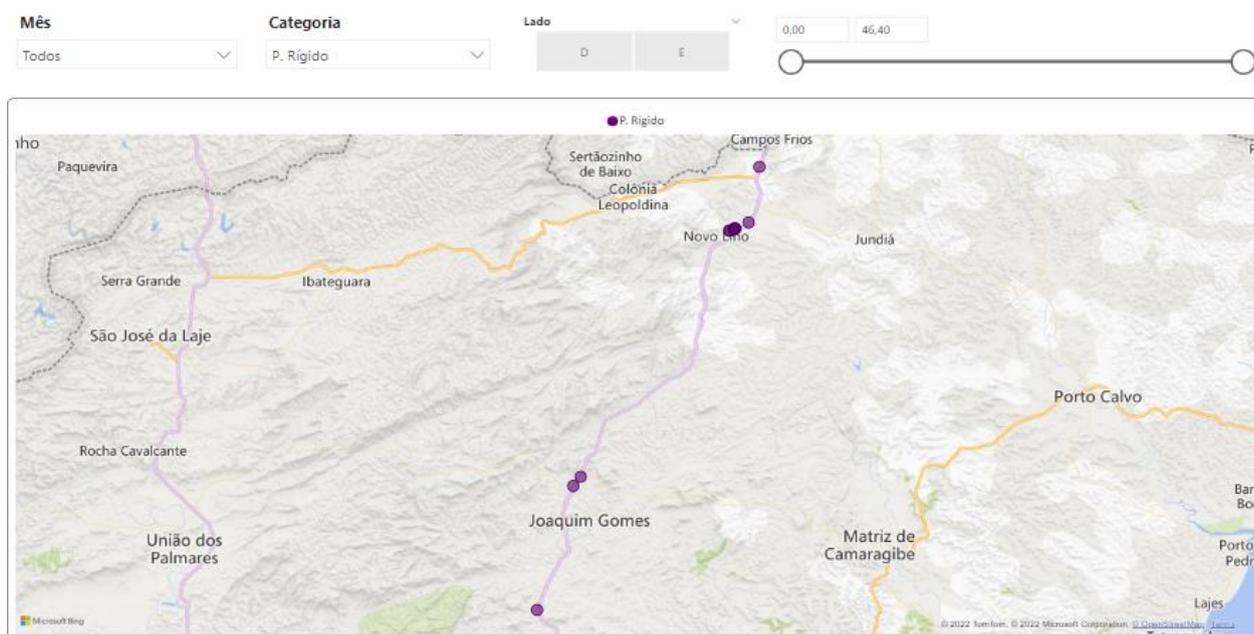
Fonte: Autor (2022).

4.1.3 PROBLEMAS NO PAVIMENTO RÍGIDO

Com relação ao pavimento rígido, foram levantados 11 problemas, sendo estes: quebra de canto, placas divididas, trincas e recalque de placa de concreto causada por erosão. Estes problemas relacionados ao pavimento rígido são apresentados e localizados na Figura 21.

Figura 21 – Relatório com filtro aplicado: Pavimento Rígido.

Relatório de Não Conformidades BR 101/AL - Lote 2



Fonte: Autor (2022).

O gráfico 7 apresenta detalhadamente a proporção dos problemas relacionados ao pavimento tipo rígido e suas descrições. Os problemas relacionados ao pavimento tipo rígido são apresentados na Figura 22. Portanto, dentre os problemas identificados no pavimento rígido, têm-se:

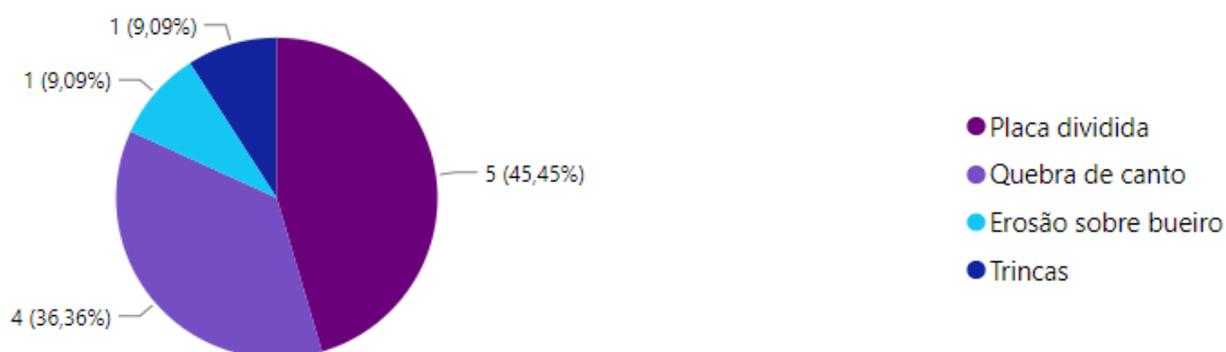
- a. Placas de concreto divididas (Figura 22a);
- b. Quebras de canto (Figura 22b);
- c. Erosão sobre bueiro e afundamento de placa de concreto (Pav. Rígido);
- d. Trincas (Figura 22c);

Figura 22 – Problemas apresentado no pav. rígido.



Fonte: Autor (2022).

Gráfico 6 – Defeitos no pavimento tipo rígido BR101 - Lote 02.

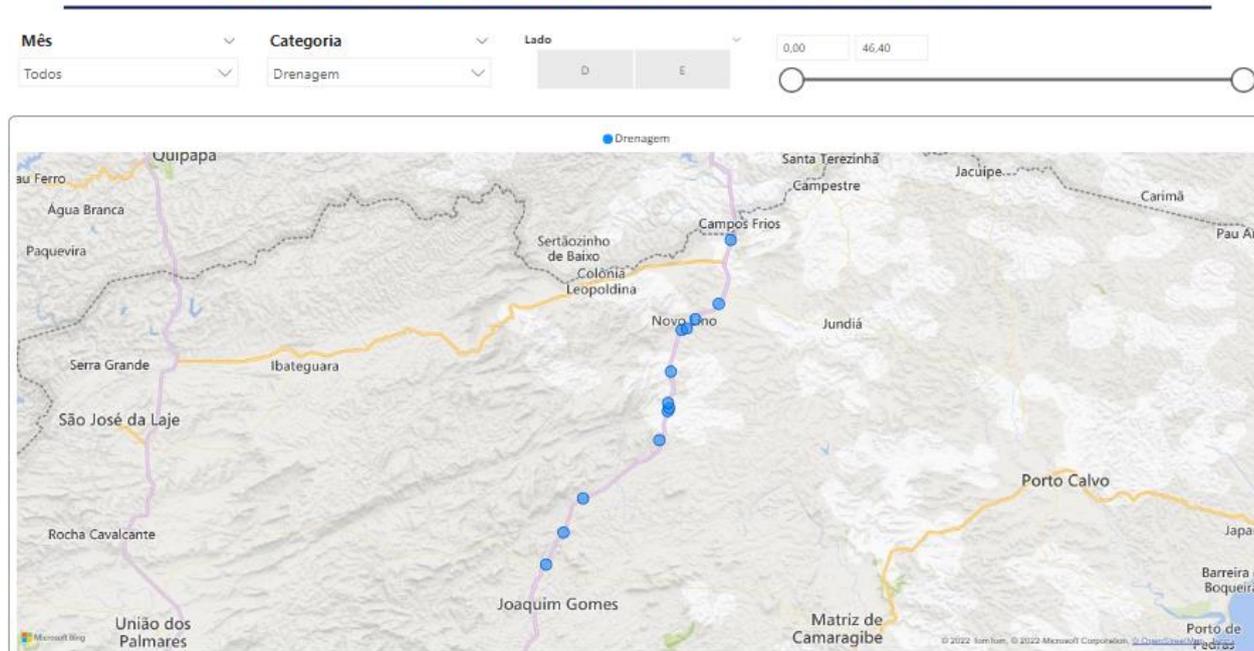


Fonte: Autor (2022).

4.1.4 PROBLEMAS DE DRENAGEM

Relacionado a problemas de drenagem, ao todo foram levantados 13 problemas no lote 02 da BR101/AL, sendo estes: Sarjeta obstruída, sarjeta danificada, meio fio danificado e acúmulo de água. Estes problemas de drenagem são localizados graficamente na Figura 23.

Figura 23 – Relatório com filtro aplicado: Drenagem.
Relatório de Não Conformidades BR 101/AL - Lote 2



Fonte: Autor (2022).

O gráfico 8 apresenta detalhadamente a proporção dos problemas relacionados à drenagem e suas descrições. Os problemas relacionados à drenagem são apresentados na Figura 27. Dentre os problemas identificados, têm-se:

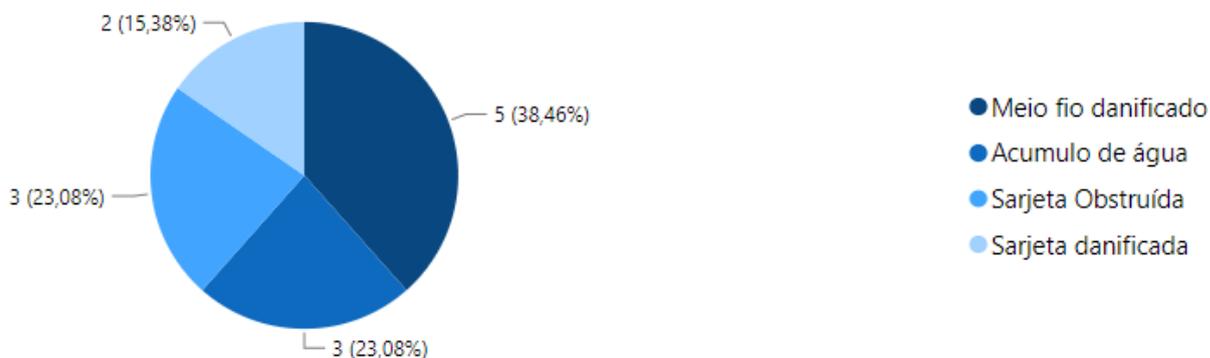
- a. Meio fio danificado (Figura 24a);
- b. Acúmulo de água (Figura 24b);
- c. Sarjeta obstruída (Figura 24c);
- d. Sarjeta Danificada (Figura 24d);

Figura 24 – Problemas de drenagem apresentado.



Fonte: Autor (2022).

Gráfico 7 – Problemas de drenagem BR101 - Lote 02.



Fonte: Autor (2022).

4.1.5 PROBLEMAS NA FAIXA DE DOMÍNIO

Com relação aos problemas levantados que estão relacionados a faixa de domínio, no lote 02, foram identificados 4 problemas, sendo: 2 problemas de deslizamento de barreira e 2 problemas de erosão. Estes problemas de faixa de domínio são localizados graficamente na Figura 25.

Figura 25 – Relatório com filtro aplicado: Faixa de domínio.



Fonte: Autor (2022).

O gráfico 9 apresenta detalhadamente a proporção dos problemas relacionados a faixa de domínio e suas descrições. Os problemas relacionados à faixa de domínio são apresentados na Figura 30. Dentre os problemas identificados, têm-se:

- a. Deslizamento de barreira (Figura 26^a);
- b. Erosão;

Figura 26 – Problemas apresentados na faixa de domínio.



Fonte: Autor (2022).

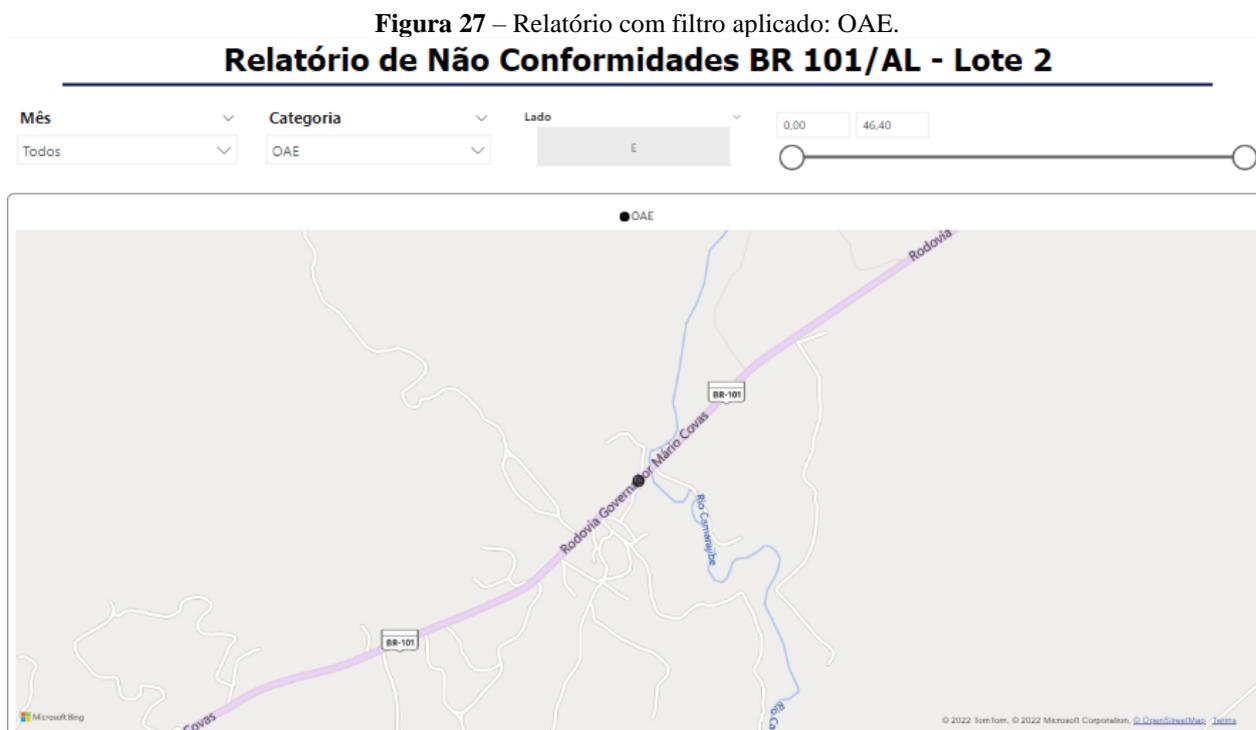
Gráfico 8 – Problemas relacionados a faixa de domínio BR101 - Lote 02.



Fonte: Autor (2022).

4.1.6 PROBLEMAS RELACIONADOS A OBRAS DE ARTE ESPECIAIS (OAE)

No período analisado ocorreu um único problema relacionado com Estruturas de Obras de Arte Especiais (OAE), sendo especificamente em um guarda-corpo da ponte sobre o rio Camaragibe, localizado no quilômetro 23,00, que encontrava-se danificado. Este problema de obra de arte especial é localizado graficamente na Figura 27 e visualizado na Figura 28.



Fonte: Autor (2022).

Figura 28 – Guarda corpo danificado.



Fonte: Autor (2022).

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões deste trabalho e sugestões para estudos futuros que venham a contribuir com o monitoramento da situação relacionada ao trecho da rodovia Federal BR101/AL.

5.1 CONCLUSÕES

Este trabalho foi baseado na coleta e análise de dados relacionados às condições de manutenção e conserva da rodovia Federal BR101 – Lote 02, para o período de janeiro a dezembro de 2021, apresentando a situação da rodovia com a utilização de uma ferramenta de *business intelligence* auxiliando na análise dos dados e gestão destas informações.

Com o grande número de informações armazenadas, e muitas vezes partindo de diferentes fontes, a ciência de dados (*Data Science*) ganha cada vez mais espaço e vem sendo muito requisitada, independente do segmento de atuação. Profissionais de todas as áreas, que venham a armazenar e analisar dados, utilizam-se da ciência de dados, seja de forma direta ou indireta, otimizando processos e tarefas que conseqüentemente auxiliam em uma tomada de decisão. Devido ao grande volume de informações colhidas a respeito dos serviços de manutenção e conserva da BR101/AL ao longo do ano de 2021, optou-se por utilizar a ferramenta de *Business Intelligence* da MICROSOFT para auxiliar no tratamento e análise dos dados.

A ferramenta utilizada foi o POWER BI, responsável por otimizar os processos de análises e apresentar de forma clara e objetiva informações que expõem a situação da rodovia, possibilitando a identificação de trechos críticos, apresentando os problemas de forma gráfica e de fácil compreensão. Vale ressaltar que nem sempre o gestor é um técnico da área, portanto, apresentar informações de forma visual auxilia na compreensão e tomada de decisão.

Por meio da análise dos dados utilizando o POWER BI foram identificados diversos problemas na rodovia BR101/AL ligados a drenagem, faixa de domínio, pavimento rígido, OAE e especialmente, problemas ligados ao pavimento flexível. Através dos dashboards gerados para análise, identificou-se que 79% dos problemas levantados na rodovia BR101/AL – Lote 02 estavam ligados a problemas no pavimento flexível, e 43% dos problemas relacionados a pavimento flexível se concentravam no trecho entre o quilômetro 20,00 e 30,00. Este trecho de 10 quilômetros, compreende a área da Comunidade Indígena Wassu-Cocal, que por questões políticas não pode ser duplicado, restando como solução para manutenção da rodovia, apenas serviços de conserva e manutenção. Por conta da dificuldade na duplicação deste trecho, todo o tráfego, seja veículos de passeio ou veículos de cargas pesadas, passam em uma única faixa de rolamento, o que acarreta num maior carregamento/esforço transmitido à estrutura do pavimento. Conseqüentemente, isto acelera o processo de surgimento de novos defeitos e contribui para o progresso dos problemas presentes nesse trecho.

No entanto, devido às más condições da rodovia, apresentando risco a segurança de todos que trafegavam por este trecho da rodovia, ainda no ano de 2021, o DNIT utilizou recursos para recuperação do pavimento existente, dando-o um novo ciclo de vida e melhores condições de trafegabilidade e segurança. Os resultados apresentados neste estudo comprovam a necessidade de intervenções no pavimento referente ao trecho do lote 02 (km 20,00 ao km 30,00), da rodovia BR101/AL, justificando a aplicação dos recursos utilizados pelo DNIT em 2021, para reparação dos problemas apresentados no pavimento da rodovia.

5.2 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Propõe-se para eventual continuação deste trabalho ou estudos futuros que possam tomar este estudo como base, os seguintes objetivos:

- 1) Analisar as condições de manutenção e conserva de outros lotes da BR101/AL;
- 2) Analisar outras rodovias federais de Alagoas, e realizar um estudo comparativo;
- 3) Aprofundar este estudo para a utilização de outras ferramentas de BI;
- 4) Criar um ambiente de *Business Intelligence* que integre todas as rodovias federais do estado e apresente um relatório global da condição de manutenção e conserva;

REFERÊNCIAS

- 2018: índice que avalia as rodovias federais pavimentadas é divulgado: Apesar da queda no orçamento do Ministério dos Transportes, DNIT vem mantendo os investimentos na conservação e manutenção da malha federal. [S. l.], 10 out. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/icm-2018-indice-que-avalia-as-rodovias-federais-pavimentadas-e-divulgado>. Acesso em: 4 abr. 2022.
- BUSINESS intelligence: 8 ferramentas de BI que você precisa conhecer. [S. l.], 27 jan. 2021. Disponível em: <https://blog.indicium.tech/comparativo-ferramentas-business-intelligence/>. Acesso em: 5 out. 2022.
- Brasil. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de conservação rodoviária. 2. ed. – Rio de Janeiro, 2005. 564p. (IPR. Publ., 710). Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/710_manual_de_conservacao_rodoviaria.pdf. Acesso em: 7 abr. 2022.
- Brasil. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de gerência de pavimentos. - Rio de Janeiro, 2011. 189p. (IPR. Publ. 745).
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasília). INVESTIMENTOS PÚBLICOS E AS RODOVIAS FEDERAIS NO BRASIL: EVOLUÇÃO E PERSPECTIVAS. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, Brasília, p. 24, 1 fev. 2021. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/portaldaindustria/noticias/media/filer_public/b0/f4/b0f430bc-1371-430d-817d-3bbd3b96a988/id_238390_investimentos_publicos_e_as_rodovias_federais_no_brasil_imprensa_o_2.pdf. Acesso em: 26 set. 2022.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Anuário CNT do Transporte 2021, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Investimento realizado em infraestrutura de transporte no Brasil vem caindo, mostra levantamento da CNT: Nova edição do Conjuntura do Transporte traz um panorama dos investimentos em infraestrutura de transporte realizados pelos setores público e privado em 2020. [S. l.], 3 fev. 2021. Disponível em: Investimento realizado em infraestrutura de transporte no Brasil vem caindo, mostra levantamento da CNT. Acesso em: 7 abr. 2022.
- CNT. CONJUNTURA DO TRANSPORTE: INVESTIMENTOS. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, [S. l.], p. 3-5, 3 fev. 2021. Disponível em: <https://cdn.cnt.org.br/diretorioVirtualPrd/c62617f5-a134-463b-b093-4b6c9cf87ae8.pdf>. Acesso em: 26 set. 2022.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Situação de rodovias brasileiras afeta desenvolvimento socioeconômico do país: A avaliação está na Pesquisa CNT de Rodovias 2021, divulgada pela Confederação Nacional do Transporte no início deste mês. [S. l.], 8 dez. 2021. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/situacao-rodovias-brasileiras-afeta-desenvolvimento-socioeconomico>. Acesso em: 19 abr. 2022.
- DAIBERT, João Dalton *et al.* RODOVIAS - PLANEJAMENTO, EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO. 1. ed. [S. l.]: Érica, 2014. 128 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. ICM

Disponível em: https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Mapa_da_BR-101.jpg. Acesso em: 7 abr. 2022.

Estatísticas Consolidadas. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2021/Rodoviario/1-6-1-/Inicial>. Acesso em: 7 abr. 2022.

<https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/instrucoes-normativas/instrucoes-de-servicos/2019/instrucao-de-servico-22-2019-colegiada-recebimento-de-obras-de-pavimento-novos-e-restaurado-e-anexo.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2022.

FERREIRA, Kellison. Conheça as 12 melhores ferramentas de Business Intelligence para implementar em seu negócio. In: Conheça as 12 melhores ferramentas de Business Intelligence para implementar em seu negócio. [S. l.], 25 ago. 2020. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/ferramentas-de-business-intelligence/>. Acesso em: 5 out. 2022.

KRATKA, Marillos. O Uso do BI na Construção Civil. [S. l.], 28 fev. 2022. Disponível em: <https://psistemas.com.br/tecnologia/o-uso-do-bi-na-construcao-civil/>. Acesso em: 5 out. 2022.

LOPES, Anderson et al. Business Intelligence para apoio à gestão na construção civil: uma revisão sistemática da literatura. AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento, [S. l.], p. 78-81, 2 jun. 2020.

MICROSOFT. O que é Business Intelligence?. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/what-is-business-intelligence/>. Acesso em: 4 abr. 2022.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. INSTRUÇÃO DE SERVIÇO Nº 18/DG/DNIT SEDE, DE 18 DE SETEMBRO DE 2019. [S. l.], 05 maio 2019. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/instrucoes-normativas/instrucoes-de-servicos/2019/instrucao-de-servico-18-2019-colegiada-criterios-e-procedimentos-a-contratacao-do-pato-ba-187-de-26-09-2019.pdf>

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. INSTRUÇÃO DE SERVIÇO Nº 08/DG/DNIT SEDE, DE 22 DE MARÇO DE 2019. [S. l.], 20 nov. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/instrucoes-normativas/instrucoes-de-servicos/2019/instrucao-de-servico-22-2019-colegiada-recebimento-de-obras-de-pavimento-novos-e-restaurado-e-anexo.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2022.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES INSTRUÇÃO DE SERVIÇO Nº 07/DG/DNIT SEDE, DE 29 DE ABRIL DE 2016. [S. l.], 29 abr. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/instrucoes-normativas/instrucoes-de-servicos/2016/instrucao-de-servico-no-07-2016-colegiada-execucao-obras-crema-compressed.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2022.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES INSTRUÇÃO DE SERVIÇO Nº 14/DG/DNIT SEDE, DE 06 DE JULHO DE 2016. [S. l.], 06 jul. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/instrucoes-normativas/instrucoes-de>

servicos/2016/instrucao-de-servico-no-14-2016-dg-procedimentos-obras-proarte.pdf. Acesso em: 7 abr. 2022.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Mapa Rodoviário. *In*: Mapa da BR-101. [S. l.], 2001.
 MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. Rodovias Federais - Obras Públicas-
 Manutenção das Rodovias. [S. l.], 28 ago. 2020. Disponível em:
https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-terrestre_antigo/rodovias-federais/rodovias-federais-obras-publicas-manutencao-das-rodovias. Acesso em: 7 abr. 2022.

Moon, S. W., Kim, J. S., & Kwon, K. N. (2007). Effectiveness of olap-based cost data management in construction cost estimate. *Automation in Construction*, 16 (3), 336–344. doi: 10.1016/j.autcon.2006.07.008

OLSZAK, C. M.; ZIEMBA, E. Critical success factors for implementing business intelligence systems in small and medium enterprises on the example of upper silesia, poland. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, v. 7, n. 2, 2012.

PINTO, PAULO RICARDO RODRIGUES. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2009.

PESQUISA CNT DE RODOVIAS: Principais Dados. *In*: CNT / SEST SENAT. PESQUISA CNT DE RODOVIAS (2021): Principais Dados. [S. l.], 2021. Disponível em: https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/Principais_dados_2021.pdf. Acesso em: 22 set. 2022.

PRIMAK, F. V. *Decisões com BI (Business Intelligence)*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

SALOMÃO, PEA; PEREIRA, RM; CARVALHO, PHV de; RIBEIRO, PT A importância dos serviços de conservação em estradas pavimentadas. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, [S. l.], v. 8, n. 8, pág. e16881189, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i8.1189. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1189>. Acesso em: 13 abr. 2022.

SEZÕES, C.; OLIVEIRA, J.; BAPTISTA, M. *Business intelligence*. São João do, 2006.

SHARDA, R.; DELEN, D.; TURBAN, E. *Business Intelligence e Análise de Dados Para Gestão do Negócio*, 4ed., Porto Alegre: BOOKMAN EDITORA LTDA, 2018.

SHARDA, R.; DURSON, D.; TURBAN, E. *Business Intelligence e Análise de Dados para Gestão do Negócio*. 4ª ed. Porto Alegre, 2019.

SILVA, Júlio César Lázaro da. "A estratégia brasileira de privilegiar as rodovias em detrimento das ferrovias"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/por-que-brasil-adotou-utilizacao-das-rodovias-ao-inves-.htm>. Acesso em 10 de abril de 2022.

TURBAN, E. et al. *Business Intelligence: um enfoque gerencial para a inteligência do negócio*. Porto Alegre: Bookman, 2009.