



IV - 639 - USO DE FERRAMENTA DE *BUSINESS INTELLIGENCE* NO MONITORAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL

Tarcila Neves Generoso ⁽¹⁾

Engenheira Ambiental, Analista de Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb).

Karina Bassan Rodrigues ⁽²⁾

Engenheira Química, Analista de Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb).

Ligia Silva Viveiros Gurgel ⁽³⁾

Engenheira Ambiental, Analista de Sistemas de Saneamento, Supervisora de Recursos Hídricos da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb).

Eloneide Meneses França Arruda ⁽⁴⁾

Engenheira Civil, Analista de Sistemas de Saneamento, Gerente de Recursos Hídricos da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb).

Carolina Carvalhede Ferreira Salerno ⁽⁵⁾

Estagiária da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb).

Endereço⁽¹⁾: Av. Sibiriruna, lotes 13 a 21 – Águas Claras - DF - CEP: 71928-720 - País - Tel: +55 (61) 3214-7925 - e-mail: tarcilageneroso@caesb.df.gov.br.

RESUMO

O presente trabalho apresenta os benefícios obtidos com a aplicação de ferramentas de *Business Intelligence* (BI) no monitoramento de rios. Valendo-se da densa rede de monitoramento existente no Distrito Federal, a ferramenta introduziu mais celeridade e uma visualização mais expedita das condições dos corpos hídricos em que há atividade associadas à Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Com apoio Assessoria de Tecnologia da Informação e Telecomunicações (PRT) da CAESB foi possível acessar o banco de dados do laboratório, que gera as informações, apenas um dia após o dado ser gerado e liberado no sistema. Com as informações disponíveis, o software Power BI, da Microsoft foi escolhido para apresentar os dados em forma de dashboards, contendo mapas de localização, pontos de monitoramento, e resultados laboratoriais. O empregado, usuário dos sistemas, pode escolher o intervalo de tempo, o ponto e a variável que gostaria de analisar. A forma de apresentação também inclui a geração de indicadores de qualidade, como o Índice de conformidade ao Enquadramento (ICE) e o Índice de Estado Trófico IET) e a apresentação destas informações de forma especializada. Entre as vantagens, além do ganho em celeridade da análise por parte dos analistas, o software possibilita que tais informações possam estar disponíveis em dispositivos móveis como celulares e tablets para consultas em reuniões, mesmo fora da Companhia. A ferramenta também viabilizou a elaboração de relatórios técnicos de condicionantes de licenciamento e outorga, com muito mais agilidade, pois os dados já vêm no formato de gráficos e tabelas a serem inseridos no documento, poupando tempo de manipulação destas informações em planilha Excel e minimizando erros. Os três reservatórios em que há captação para abastecimento, bem como seus tributários também são monitorados e os *dashboards* foram construídos de modo a facilitar a rápida consulta às principais características de qualidade no formato de Boletim. Os pontos de balneabilidade no lago Paranoá também são apresentados, o que facilitou sobremaneira a rápida detecção de problemas com cargas potencialmente poluidoras neste manancial.

PALAVRAS-CHAVE: Business Intelligence, monitoramento de corpos hídricos, monitoramento ambiental.

INTRODUÇÃO

A Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb) atende 99% da população do Distrito Federal com o abastecimento de água e 92,3% com a coleta de esgoto, dos quais são 100% tratados. Sendo assim, a Companhia deve monitorar, para controle e atendimento de condicionantes de licenças de operação e de outorgas, mananciais e corpos receptores aos quais ela exerce algum tipo de atividade.



No que diz respeito apenas aos parâmetros associados a qualidade de água, a Caesb possui 167 pontos de monitoramento, que inclui diferentes programas como balneabilidade, captação, corpos receptores, licenciamento, limnológico e tributários. Só em 2023, foram quase 300.000 ensaios de qualidade dentro do Distrito Federal, o que gera uma massa enorme de dados para análise e acompanhamento. Além dos rios, a Caesb monitora a água de três dos principais reservatórios do Distrito Federal, dois deles utilizados essencialmente para abastecimento público, lagos Descoberto e Santa Maria e um de múltiplos usos, lago Paranoá.

Segundo Chancay e Bolaños (2024) o processo de tomada de decisão é uma das tarefas mais importantes dentro de uma empresa e deve ser rápido e eficiente, sendo normalmente caracterizado por se realizado sob alta pressão, em ambientes conflituosos e no meio de informação abundante. Dentro desse contexto, Sharda et. al (2019) explicam que *Business Intelligence* (BI) tem o objetivo de possibilitar acesso interativo a dados, permitir sua manipulação e oferecer a gestores empresariais e analistas a capacidade de conduzir análises apropriadas, transformando dados em informações, depois em decisões e por fim em ações.

Dentro da Caesb, a quantidade de informações que é gerada diariamente é disponibilizada em um banco de dados do laboratório da Companhia, cujos resultados podem ser acessados a partir de planilhas, em formato Excel, organizadas conforme o ponto de monitoramento, o período e os parâmetros de qualidade de interesse. Obtidas as planilhas com as informações do monitoramento, todo o processo de análise, geração de gráficos comparativos aos limites de classe do enquadramento, cálculo do ICE (Índice de Conformidade ao Enquadramento), IET (Índice de Estado Trófico) eram realizados manualmente, o que levava bastante tempo de trabalho do analista, mesmo quando se tinha o auxílio de alguma programação do tipo macro. A Gerência de Recursos Hídricos (RMAR) elabora ao menos 25 relatórios de condicionantes por ano, além das demais atribuições e em função das particularidades apresentadas o processo além de ser moroso ainda havia a possibilidade de erro humano, ao copiar e colar colunas, por exemplo.

Devido ao enorme esforço que era demandado pelos analistas até que se pudesse efetivamente avaliar a qualidade da água de um manancial, lago ou corpo receptor, a Companhia incentivou o uso de ferramentas de BI dentro das diversas áreas, já que se tem revelado uma inovação bastante positiva na gestão dos corpos hídricos. No âmbito dos recursos hídricos, estas ferramentas fornecem métodos analíticos avançados capazes de recolher, integrar e analisar uma ampla variedade de dados relacionados aos rios permitindo que decisões sejam tomadas de forma mais acelerada e assertiva, sendo de uso estratégico da empresa, não estando disponível para usuários externos.

Sendo assim, foi realizada a incorporação desta ferramenta na área de qualidade da água, que inicialmente tinha por objetivo agilizar os trabalhos relacionados ao cumprimento de condicionantes de licenciamento e de outorga. Contudo, com a frequente manipulação das informações durante a elaboração dos trabalhos, verificou-se que a ferramenta poderia trazer muitos outros benefícios para a análise de recursos hídricos no Distrito Federal.

OBJETIVO

Apresentar as aplicações e a evolução do uso de *Business Intelligence* no monitoramento da qualidade da água de corpos hídricos do Distrito Federal pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb), bem como no monitoramento de qualidade de reservatórios e tributários.

METODOLOGIA

A Gerência de Recursos Hídricos da Caesb, setor responsável pela análise e avaliação da qualidade das águas sob a influência das atividades promovidas pela Companhia, com o apoio do setor de informática (PRT), utilizou o software Power BI, da Microsoft, para organização, edição e avaliação dos dados produzidos pelo laboratório da Caesb.



Para cada processo interno, a equipe desenvolveu dashboards que apresentam informações importantes da qualidade das águas do Distrito Federal, tais como:

- Qualidade da água de corpos receptores, captações e poços;
- Índice de Conformidade ao Enquadramento – ICE
- Boletim dos lagos (Paranoá, Santa Maria e Descoberto);
- Índice de Estado Trófico (IET) para os lagos;
- Balneabilidade (lago Paranoá).

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

A Figura 1 mostra o primeiro produto elaborado em ambiente BI, visando a substituição das planilhas de Excel bem como a elaboração manual de gráficos comparativos aos limites de enquadramento de cada rio de interesse. A Figura mostra a página principal do dashboard da qualidade da água, em que se tem uma visão espacializada dos pontos de monitoramento conforme o tipo de programa selecionado (captação, corpo receptor, limnológico, balneabilidade, tributários ou piezômetros). Na Figura 1 se pode visualizar os pontos de monitoramento do programa de “Corpos Receptores”, distribuídos em laranja pelo Distrito Federal e entorno.

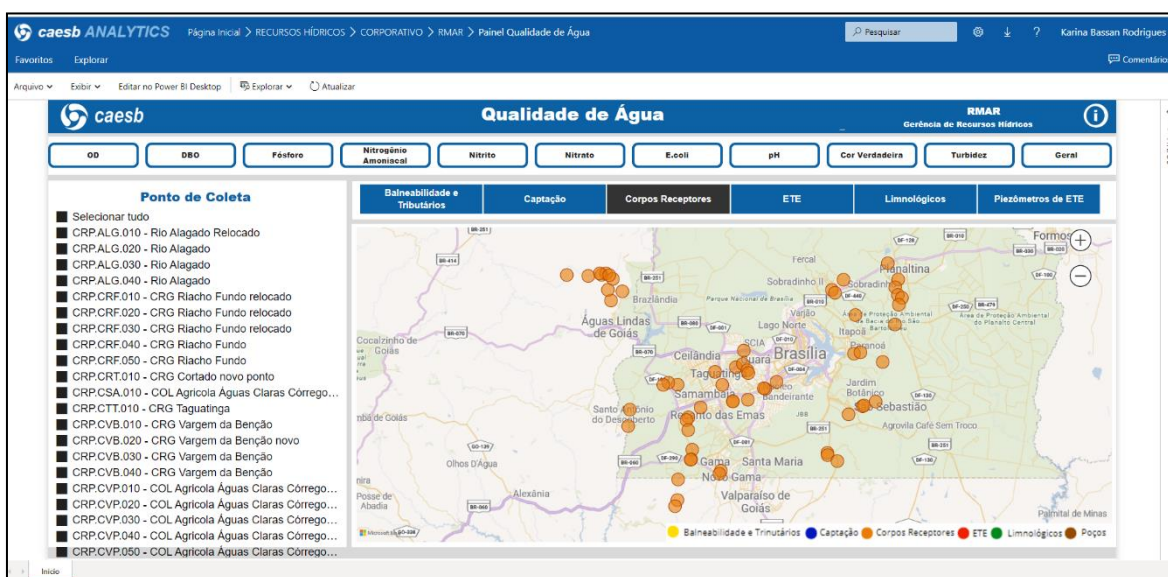


Figura 1: Página inicial dos dashboards de qualidade da água.

Após a seleção do tipo de programa, deve-se indicar qual o ponto específico do monitoramento que se tem interesse, chamado no painel de “Ponto de Coleta”, apresentados em códigos que são atribuídos de praxe a cada ponto dentro da Companhia. Indicado o ponto de interesse, na parte superior do painel é possível selecionar qual a variável a ser analisada, com destaque para as 10 mais usuais (OD, DBO, Fósforo, Nitrogênio Amônico, Nitrito, Nitratado, *E.coli.*, pH, cor verdadeira e Turbidez). Demais variáveis podem ser pesquisadas através da aba “Geral”, última do lado direito.

Após selecionar o ponto de interesse e a variável a ser analisada, o painel seguinte (Figura 2) apresenta o respectivo gráfico (para esse exemplo foi selecionado o nitrogênio amônico). No canto superior direito já há a informação quanto a classe de enquadramento definido para aquele trecho de rio e o usuário pode selecionar o(s) ano(s) a ser(em) avaliado(s). No painel é apresentado o gráfico de pizza com a porcentagem das análises dentro de cada classe, o gráfico com as concentrações dessa variável distribuída ao longo dos meses e uma tabela para facilitar a visualização dos valores.

A Figura 3 apresenta o segundo painel produzido em ambiente BI, que possibilitou a automatização dos cálculos do ICE. Os indicadores também eram calculados em planilhas Excel, em um processo de manipulação de dados

manual, e suscetível a erros, mesmo com o uso de macros. Com o desenvolvimento do painel, o analista passou a se dedicar à análise dos dados propriamente dita, e não a toda a construção braçal de gráficos e indicadores. Na Figura 3 é possível ver o *dashboard* do Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE). Destacamos que o painel ainda permite a visualização espacial do ICE em todos os corpos receptores monitorados pela Caesb, como mostra o mapa do lado direito, permitindo a identificação de vulnerabilidades de forma ampla e rápida.



Figura 2: Apresentação da variável nitrogênio amoniacoal ao longo dos anos no ponto CRP.RPA.010, com a apresentação do limite legal (linha verde) que, para esta variável, é dependente do valor do pH.



Figura 3: Página inicial do ICE. O mapa resume o valor médio do ICE para cada ponto monitorado no intervalo selecionado.



O ganho de agilidade na identificação de variáveis fora do enquadramento de cada rio no processo de elaboração de relatórios pelo Power BI resultou também em um ganho para o monitoramento de qualidade da água, uma vez que as informações, ao ficarem disponíveis no site, de forma bastante amigável para o usuário, facilitaram o processo para os analistas da equipe. Uma aplicação aprimorada ainda será implementada com a adição de alertas, sempre que uma análise apresentar valor fora dos padrões permitidos pelos dispositivos legais pertinentes.

O monitoramento da balneabilidade do lago Paranoá também foi incluído em um painel próprio. A Figura 4 apresenta o painel dos 34 pontos de monitoramento de balneabilidade, entre os quais 9 são monitorados semanalmente.

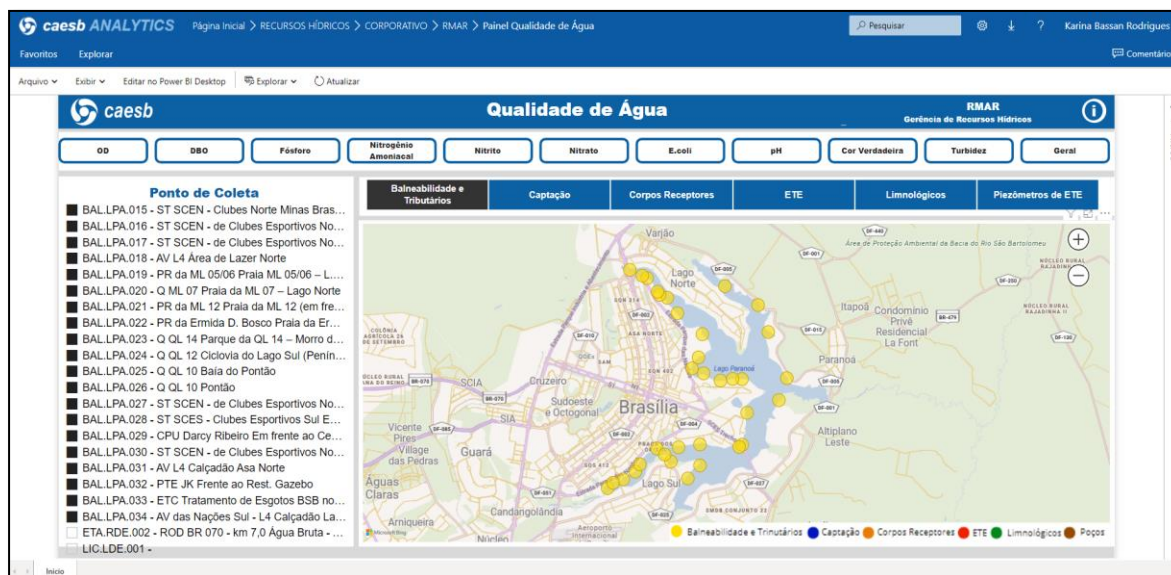


Figura 4: Página de entrada do painel de Balneabilidade do Lago Paranoá.

As ferramentas de *Business Intelligence* também trouxeram vantagens para o monitoramento dos três grandes lagos do Distrito Federal e seus tributários, o que inovou a apresentação de dados associados a qualidade e ao estado trófico. O primeiro boletim concluído foi o do lago Paranoá, por se tratar de um lago totalmente inserido no meio urbano, mais sensível e que, quadrimestralmente, tem a emissão de boletins internos de acompanhamento. Os *dashboards* dos lagos Santa Maria e Descoberto ficaram disponíveis em seguida, para os tomadores de decisão. A Figura 5 mostra o *dashboard* resumo do Boletim do Lago Paranoá com a apresentação comportamento das principais variáveis do monitoramento do lago, incluindo o Índice de Estado Trófico, calculado por braço e para o lago todo.



Figura 5: Página resumo do Boletim do Lago Paranoá.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os *dashboards* foram desenvolvidos, inicialmente, para agilizar a elaboração de relatórios de atendimento a condicionantes. Este processo tomava muito tempo da equipe e era suscetível a erros. Com a ferramenta PowerBI, a elaboração dos relatórios foi mais rápida e permitiu que o profissional ficasse mais focado na parte analítica dos dados. Com a evolução dos trabalhos, percebeu-se o ganho em apresentar as informações em *dashboards*, e adotou-se a ferramenta para as demais atividades da área afetas ao monitoramento dos recursos hídricos, como acompanhamento da qualidade da água nos rios, da balneabilidade e dos Boletins dos Lagos.

Com a disponibilização das informações de forma direta nos painéis, a identificação de alterações de qualidade nos corpos hídricos tem sido mais célere. Os painéis estão disponíveis a qualquer tempo para todos os tomadores de decisão da Companhia, mesmo em seus dispositivos móveis (celulares e tablets) de forma acessível para consulta não apenas na ocasião de elaboração dos relatórios, mas também em reuniões externas, por exemplo.

É importante ressaltar que não apenas dados de qualidade estão sendo apresentados com BI, mas também dados hidrológicos, de precipitação e dados de outorga também estão sendo incorporadas ao *Business Intelligence* por suas respectivas equipes, de modo que em breve será possível ter uma análise ampla, com cruzamento das análises de cada banco de dados de forma visual, facilitando a análise situacional. Assim, o analista responsável fica encarregado pela análise dos dados propriamente dita, e não por toda a construção braçal de gráficos e indicadores.

Todo este trabalho tem permitido que se tenha um diagnóstico atualizado de qualquer corpo hídrico monitorado pela Caesb, dentro e fora do Distrito Federal.

CONCLUSÕES

Ao aplicar tecnologias de inteligência empresarial, gestores e autoridades podem extrair insights significativos, identificar padrões sazonais ou anormais, e tomar decisões informadas para a preservação dos recursos hídricos. Além disso, a visualização de dados por meio de dashboards intuitivos facilita a compreensão dos resultados, promovendo uma comunicação mais eficaz entre os stakeholders envolvidos na gestão dos rios. O emprego de



ferramentas de BI, portanto, tem representado um avanço significativo na abordagem sustentável e proativa para a preservação dos ecossistemas aquáticos.

Houve significativo ganho de produtividade na equipe de analistas, permitindo mais dedicação na análise de dados, possibilitou uma análise situacional mais rápida por parte dos gestores, deixando as informações mais acessíveis durante reuniões, o que possibilita uma melhor percepção de pontos críticos e fragilidades no monitoramento dos recursos hídricos.

Em breve, com a inclusão de alertas de não-conformidades, a atuação da Companhia será muito mais rápida para sanar eventuais alterações nos ecossistemas aquáticos nos quais atua.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHANCA Y, J.L.V, BOLAÑOS, M.A. *Uso de Power BI em la tomada de decisiones empresariales. Revista Latinoamericana de Investigación Social*, v. 7, n.1, abr. 2024.
2. SHARDA, R., DELEN, D., TURBAN, E. *Business Intelligence e análise de dados para a gestão do negócio*. Editora Bookman, 4ª Edição, Porto Alegre, 2019.