

CÓDIGO 815 - PORTAL MONITORAMENTO RIO DOCE: NOVAS FUNCIONALIDADES

Fernanda Caliman Passamani ⁽¹⁾

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo e Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Espírito Santo, Brasil. Especialista de Programas Socioambientais da Fundação Renova.

Bárbara Fernanda de Melo Jardim

Graduada em Ciências Biológicas e Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Minas Gerais, Brasil. Especialista Socioambiental na Fundação Renova.

Brigida Gusso Maioli

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo e Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Espírito Santo, Brasil. Gerente Socioambiental da Fundação Renova.

Kamila Bermond Pinto

Graduada em Engenharia Ambiental pela Faculdades Integradas Espírito Santense, FAESA, Espírito Santo, Brasil. Analista de Programas Socioambientais da Fundação Renova.

Vinícius Nascimento Oliveira

Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Espírito Santo, Brasil. Coordenador do Programa Monitoramento Hídrico da Fundação Renova.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Oscar Rodrigues de Oliveira, Nº 351, Jardim da Penha – Vitória – ES – CEP: 29060-720 – Brasil – Tel: +55 (27) 99946-6416 – e-mail: fernanda.passamani@fundacaorenova.org.

RESUMO

Após o rompimento da barragem de Fundão em Mariana/MG, foi implementado um programa de monitoramento hídrico, o PMQQS, executado pela Fundação Renova, onde são monitorados diversos parâmetros de qualidade da água e sedimentos em uma ampla malha amostral, ao longo da bacia do rio Doce, para acompanhar a sua recuperação ao longo do tempo e fornecer subsídios nas ações de reparação. Os dados gerados no PMQQS são armazenados em um banco de dados e são divulgados no Portal Monitoramento rio Doce, que consiste em uma plataforma *online* aberta ao público, que possui uma linguagem clara e acessível aos usuários com diferentes níveis de informação, onde são apresentados mapas interativos, visualização gráfica dos resultados e a opção de download dos dados. O Portal de Monitoramento Rio Doce passou por uma recente atualização, onde foram introduzidas novas funcionalidades, como a inclusão de novos pontos do PMQQS, da série histórica do monitoramento da qualidade da água do IGAM e da AGERH, dos resultados de índices de qualidade da água e o desenvolvimento de uma interface mais interativa para a navegação dos usuários. Esta ferramenta pode trazer inúmeros benefícios aos usuários da bacia do rio Doce e para a sociedade em geral, possibilitando a elaboração de estudos técnicos-científicos sobre as condições ambientais da bacia e o direcionamento de planos de ação para a reparação.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoramento da qualidade da água, bacia do rio Doce, PMQQS, plataforma *online*.

INTRODUÇÃO

Contextualização

Em novembro de 2015, a barragem de rejeitos de Fundão da mineradora Samarco, localizada em Mariana/MG se rompeu, liberando aproximadamente 43,7 milhões de metros cúbicos de rejeitos. Uma parte, em torno de 7 milhões de metros cúbicos, ficou retida na própria área da mineradora e o restante desceu pelo córrego Santarém, seguindo pelos rios Gualaxo do Norte e do Carmo. No trajeto da onda da lama, cerca de 20 milhões de metros cúbicos se espalharam por calhas, margens e planícies até a Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, situada a 113 km de Fundão, e aproximadamente 10 milhões de metros cúbicos se depositaram ao longo de seu reservatório. O restante, caracterizado pela parte mais fina do rejeito, passou por esta barragem e seguiu

depositando-se ao longo da calha do rio Doce, até alcançar o mar no litoral do Espírito Santo (FUNDAÇÃO RENOVA, 2018).

Diversos impactos ambientais diretos e indiretos foram ocasionados devido ao rompimento da barragem de Fundão. Em decorrência disso, foi assinado em março de 2016 o Termo de Transição e Ajustamento de Conduta (TTAC), entre os governos federal e estaduais, de Minas Gerais e Espírito Santo, a mineradora Samarco e suas acionistas, onde se estabeleceu que o processo de recuperação da bacia do rio Doce seria executado pela Fundação Renova, uma organização autônoma, de direito privado e sem fins lucrativos. Dentre as diversas ações de reparação previstas no TTAC, a Cláusula 177 define o desenvolvimento e implementação de um Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS), de caráter permanente (FUNDAÇÃO RENOVA, 2018).

O PMQQS teve início em julho de 2017 e considera pontos de monitoramento em toda a região impactada na bacia do rio Doce, abrangendo também lagoas do baixo rio Doce, zona costeira e estuarina adjacente, totalizando atualmente 82 pontos de amostragem, com análise de cerca de 80 parâmetros em água e 40 em sedimentos. Medições de descarga líquida, descarga sólida, material particulado em suspensão e testemunho de sedimentos também são realizadas, bem como a avaliação de comunidades biológicas e ensaios ecotoxicológicos. Além das coletas manuais, também foi implementada uma rede de monitoramento em tempo real de nível de água, parâmetros meteorológicos e de qualidade de água, que conta com 22 estações automáticas. Este monitoramento é acompanhado e fiscalizado por representantes dos órgãos ambientais gestores de recursos hídricos e de meio ambiente: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo – IEMA e Agência Estadual de Recursos Hídricos – AGERH.

Portal Monitoramento Rio Doce

Todos os dados gerados no monitoramento do PMQQS são armazenados em um banco de dados certificado e rastreável, que se comunica com o Datalake da Fundação Renova, de onde são consumidos os dados para serem disponibilizados no Portal Monitoramento Rio Doce (PASSAMANI; JARDIM; MAIOLI, 2021).

O Portal Monitoramento Rio Doce é uma plataforma *on line*, com acesso aberto à população, que contém os resultados do monitoramento PMQQS por meio de visualização gráfica ou tabelas. O portal está no ar desde outubro de 2020 através do site www.monitoramentoriodoce.org. Recentemente essa plataforma passou por uma atualização, onde houve a transição da interface do ArcGIS para o Microsoft Power Business Inteligente (B.I.), promovendo uma navegação mais interativa para o usuário. Além de melhorias gerais no seu design, a atualização do portal trouxe a inclusão de outros pontos do PMQQS e da base histórica de dados pré-rompimento da barragem, provenientes do IGAM e da AGERH, além dos índices de qualidade da água aplicados aos resultados do PMQQS.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar a nova versão do Portal Monitoramento Rio Doce, com destaque para suas novas funcionalidades e a importância dessa ferramenta para auxiliar a tomada de decisão nas ações de reparação da bacia do rio Doce.

METODOLOGIA UTILIZADA

Novas funcionalidades do Portal

A fim de aprimorar o Portal Monitoramento Rio Doce, foram desenvolvidas novas funcionalidades, dentre elas: (i) maior interatividade na visualização gráfica dos resultados, obtida pela nova interface com o B.I.; (ii) inclusão nos mapas e gráficos dos pontos de monitoramento do PMQQS que não constavam na primeira versão do portal: lagoas, região costeira e estuarina; (iii) inclusão da base de dados da série histórica do IGAM e da AGERH do período pré-rompimento da barragem, dos pontos coincidentes com o PMQQS; e (iv)

inclusão dos índices de qualidade da água aplicados aos resultados do PMQQS. O design do Portal também foi atualizado, como pode ser observado na Figura 1.

Importante ressaltar que na plataforma também é possível consultar relatórios técnicos relacionados à qualidade da água do rio Doce, normas e documentos produzidos por órgãos ambientais, preencher formulários para envio de dúvidas e fazer download dos dados em planilhas Excel.

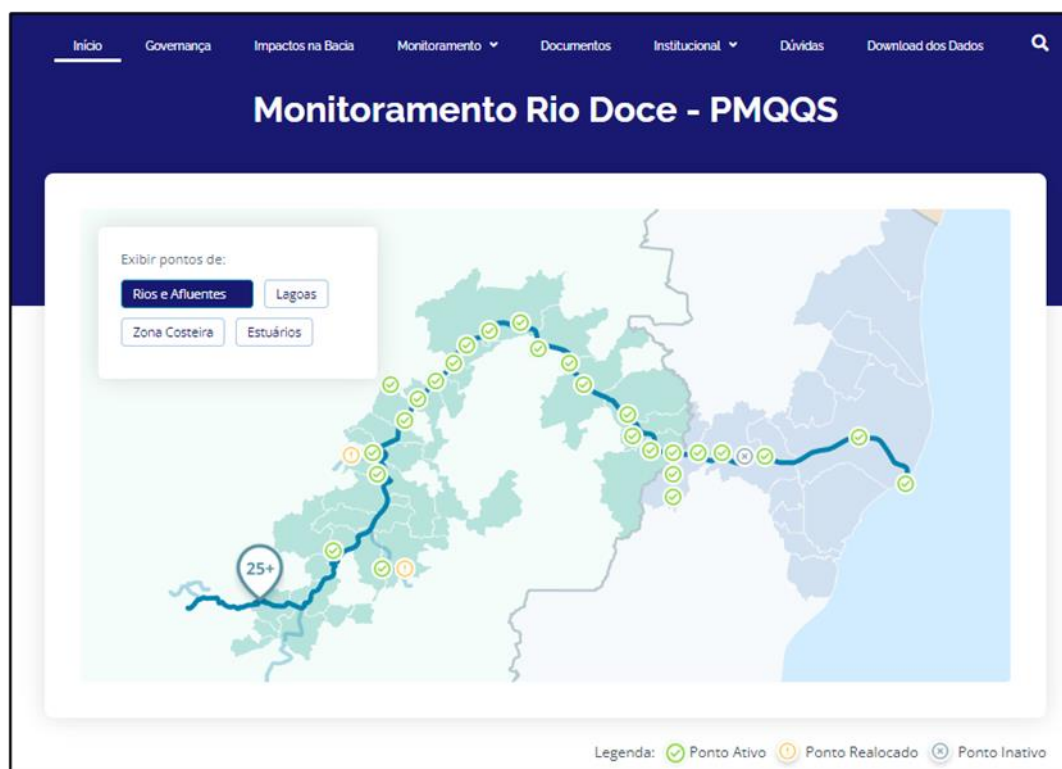


Figura 1: Visão geral da nova versão do Portal Monitoramento Rio Doce. Fonte: Portal Monitoramento Rio Doce (2022).

Índices de qualidade da água

Os índices de qualidade da água expressam, através de um valor único, a qualidade das águas em um ponto de monitoramento específico, o qual aponta de forma classificatória a qualidade da água. A utilização desses índices facilita a divulgação e interpretação dos dados sobre a qualidade das águas ao público leigo, como também orientam ações de planejamento e gestão das águas (SPERLING, 2005).

Vale frisar, no entanto, que o uso de índices de qualidade da água consiste na perda de informação das variáveis individuais e da sua interação. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica. Por outro lado, neste processo de síntese ocorre a perda de informação sobre o comportamento dos parâmetros analisados. Portanto qualquer análise mais detalhada deve considerar os parâmetros individuais, que determinam a qualidade das águas.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) utiliza desde 1975 o Índice de Qualidade das Águas - IQA para gerar informação básica de qualidade de água ao público em geral, bem como para gerir as Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. O IGAM utiliza o IQA desenvolvido pela National Sanitation Foundation, que define pesos específicos para cada um dos parâmetros que fazem parte do cálculo do índice (LIMA, et al., 2011). Foram adicionados ao Novo Portal Monitoramento Rio Doce os seguintes índices de qualidade da água: IQA – Índice de Qualidade da Água; CT – Índice de

Contaminação por Tóxicos; ICE-CO – Índice de Conformidade ao Enquadramento – Carga Orgânica; e ICE-EPT – Índice de Conformidade ao Enquadramento – Elementos Potencialmente Tóxicos.

Índice de Qualidade da Água

O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta, visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Este índice é composto por nove parâmetros, em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos, com seus respectivos pesos que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. Os parâmetros que compõem o IQA são esses: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total.

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, conforme Equação 1. Os pesos atribuídos a cada parâmetro que compõe o cálculo do IQA podem ser observados na Figura 2 e as curvas médias específicas de cada parâmetro, de onde são obtidos os valores “qi”, estão ilustradas na Figura 3. Os resultados do IQA são classificados em cinco faixas, que podem variar entre os estados brasileiros: péssima, ruim, razoável, boa e ótima (IGAM, 2018).

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade da Água, variando de 0 a 100;

qi = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

wi = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Parâmetro	Peso – wi
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	0,17
Coliformes termotolerantes* (NMP/100mL)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L NO ₃ ⁻)**	0,10
Fosfato total (mg/L PO ₄ ⁻²)	0,10
Variação da temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Sólidos totais (mg/L)	0,08

Figura 2: Pesos atribuídos aos parâmetros para o cálculo do IQA. Fonte: IGAM (2018).

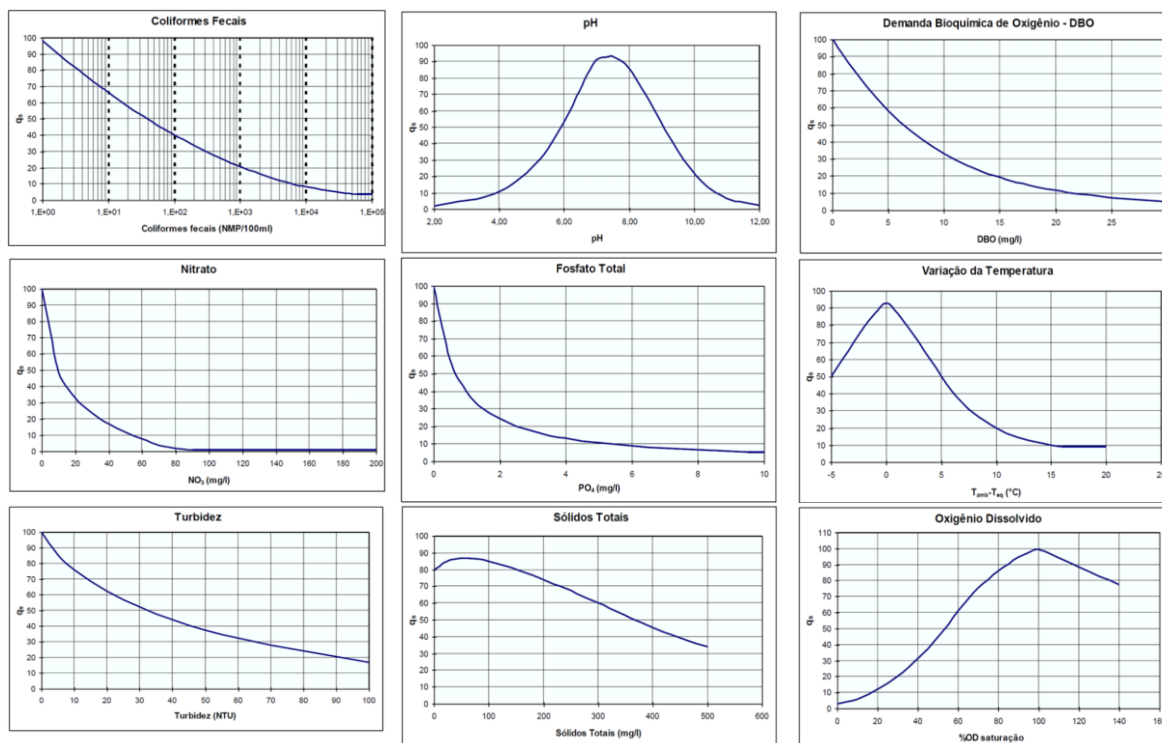


Figura 3: Curvas médias de qualidade dos parâmetros do IQA. Fonte: IGAM (2018).

Índice de Contaminação por Tóxicos

O Índice de Contaminação por Tóxicos (CT) é obtido em função das concentrações observadas dos seguintes parâmetros tóxicos: arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre e cianeto total, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total. As concentrações desses parâmetros são comparadas aos limites estabelecidos para as classes de enquadramento dos corpos d'água determinadas pela Resolução CONAMA nº 357/2005 ou pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008.

A classe de contaminação pode ser caracterizada como baixa, média ou alta. A denominação baixa se refere à ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedam em até 20% o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo d'água onde se localiza a estação de amostragem. A contaminação média se refere à faixa de concentração que ultrapasse os limites mencionados no intervalo de 20% a 100%, enquanto a contaminação alta se refere às concentrações que excedam em mais de 100% os limites.

A pior situação identificada no conjunto total de resultados das campanhas de amostragem, para qualquer parâmetro tóxico, define a faixa de contaminação do período em consideração. Portanto, se apenas um dos parâmetros tóxicos em uma determinada estação de amostragem mostrar-se com valor acima de 100%, isto é, o dobro da sua concentração limite apontada na legislação, em pelo menos uma das campanhas do ano, a Contaminação por Tóxicos naquela estação de amostragem será considerada alta no ano em análise. Por outro lado, quando um conjunto de parâmetros avaliados apresenta resultados menores que os limites da legislação, o CT não apresenta classificação (IGAM, 2018).

Índice de Conformidade ao Enquadramento

O Índice de Conformidade ao Enquadramento é baseado no CCME WQI (Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index), o qual foi elaborado por uma comissão de especialistas a partir de outros índices de qualidade da água que já eram utilizados em diversas localidades do Canadá. O objetivo do

ICE é permitir que o usuário conheça as condições de qualidade da água do corpo hídrico, por meio da aderência ao enquadramento da legislação ambiental, podendo estar próximo ou afastado dos limites legais. Além de ser um instrumento de fácil comunicação, a grande vantagem da aplicação deste índice é a sua flexibilidade de adaptação às diversas situações do corpo hídrico, podendo verificar a conformidade ao enquadramento segundo seus usos preponderantes (AMARO, 2009).

Este índice compara os resultados dos parâmetros de qualidade de água com os valores de referência da legislação, onde resultados próximos a zero indicam uma situação em que a condição do ponto monitorado está muito distante do enquadramento desejado. Por outro lado, valores próximos a 100 indicam que o ponto está em conformidade com o padrão de enquadramento. As faixas de classificação deste índice se apresentam da seguinte forma: Conforme, Afastado e Não Conforme.

O Índice de Conformidade ao Enquadramento relacionado à Carga Orgânica (ICE-CO) utiliza os parâmetros clorofila-a, DBO, Escherichia coli, fósforo total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido e pH. Já o Índice de Conformidade ao Enquadramento relacionado aos Elementos Potencialmente Tóxicos (ICE-EPT) utiliza os parâmetros alumínio dissolvido, arsênio total, cádmio total, chumbo total, cobre dissolvido, cromo total, ferro dissolvido, manganês total, mercúrio total, níquel total e zinco total.

RESULTADOS OBTIDOS

A nova versão do Portal Monitoramento Rio Doce possibilita os usuários uma interpretação mais simples dos resultados do monitoramento da água, por meio da utilização de índices de qualidade de água. A tela dos índices do portal permite visualizar a frequência dos resultados do índice por ponto de coleta ou por corpo hídrico, como também a evolução do índice ao longo do tempo. A configuração da plataforma permite ao usuário realizar diversos filtros, como: município, ponto de coleta, tipo de amostra, ano, período/semestre, período/trimestre, mês/ano. A Figura 4, Figura 5 e Figura 6 apresentam as telas disponíveis no portal com a visualização dos resultados do IQA, CT e ICE, respectivamente.

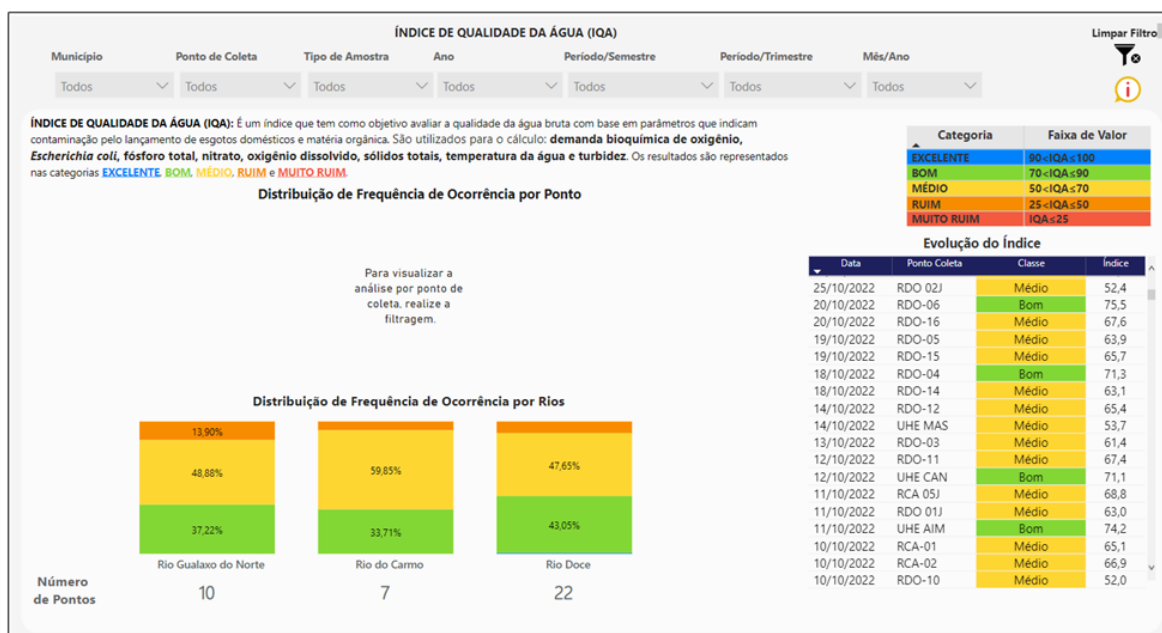


Figura 4: Tela do Índice de Qualidade da Água (IQA). Fonte: Portal Monitoramento Rio Doce (2022).

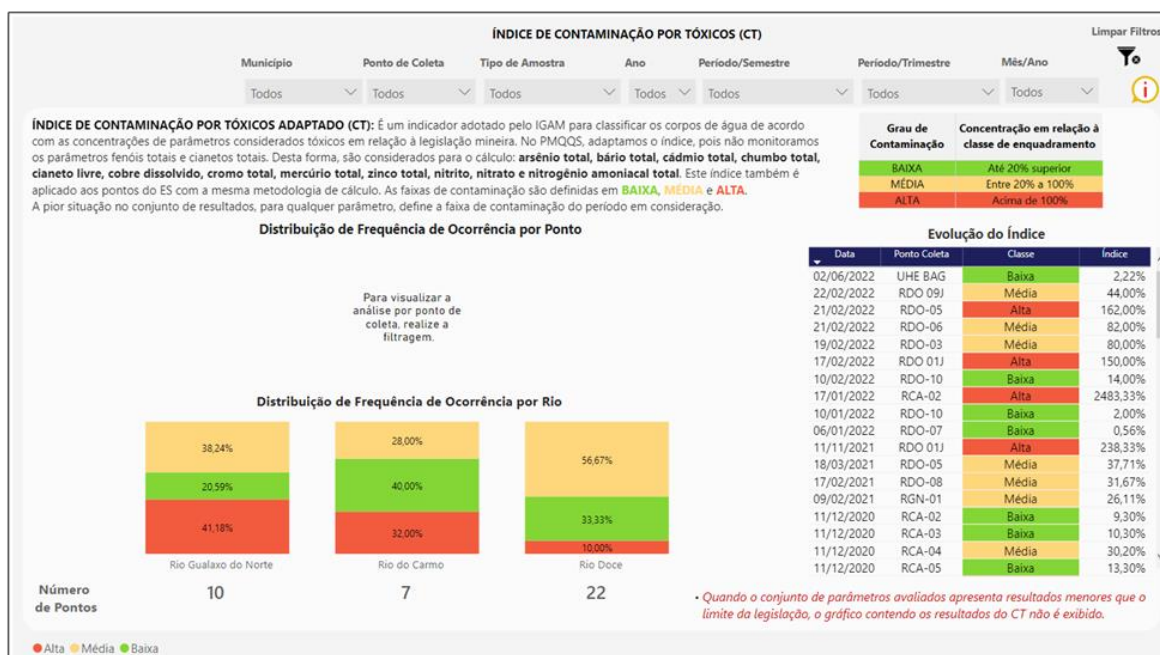


Figura 5: Tela do Índice de Contaminação por Tóxicos (CT). Fonte: Portal Monitoramento Rio Doce (2022).

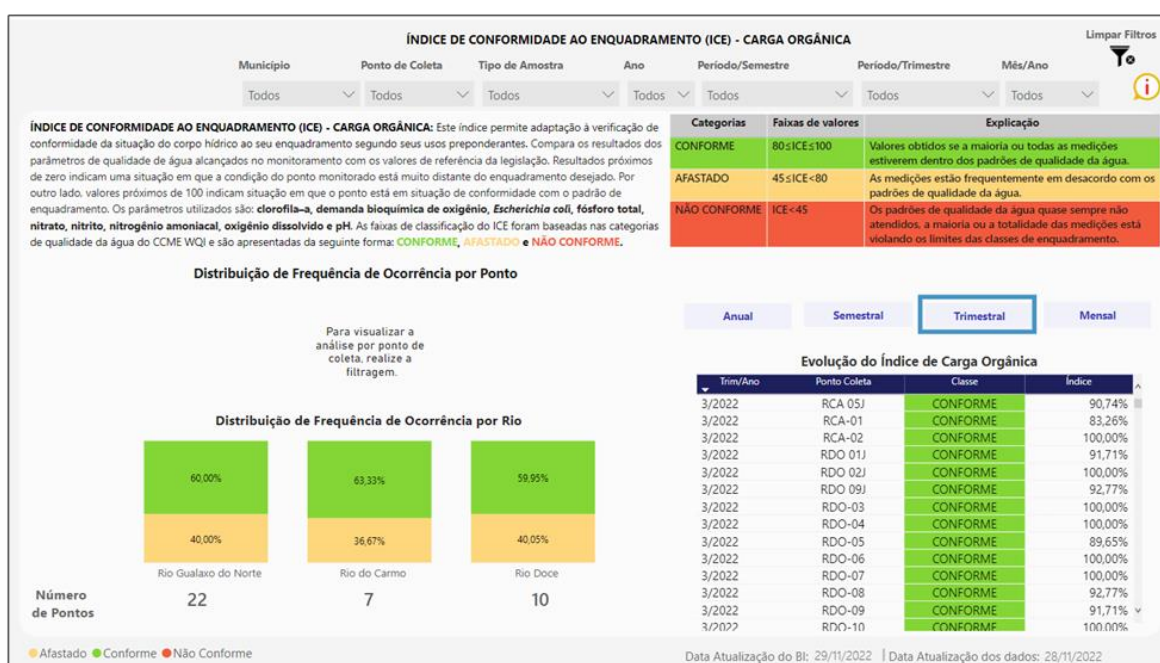


Figura 6: Tela do Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) – Carga Orgânica. Fonte: Portal Monitoramento Rio Doce (2022).

No novo portal também houve aprimoração dos gráficos temporais que contém as concentrações dos parâmetros de qualidade de água e sedimentos, através da inclusão da série histórica de dados monitorados pelo IGAM e pela AGERH. Dessa forma, os pontos do PMQQS que são coincidentes com pontos do IGAM ou da AGERH apresentam resultados de alguns parâmetros do período pré-rompimento da barragem de Fundão na visualização gráfica, permitindo ao usuário a realizar uma análise temporal mais robusta (Figura 7).

Abaixo do gráfico temporal, é apresentado o percentual de atendimento à legislação, bem como os valores mínimos, médios e máximos obtidos pelos pontos coincidentes do IGAM/AGERH.

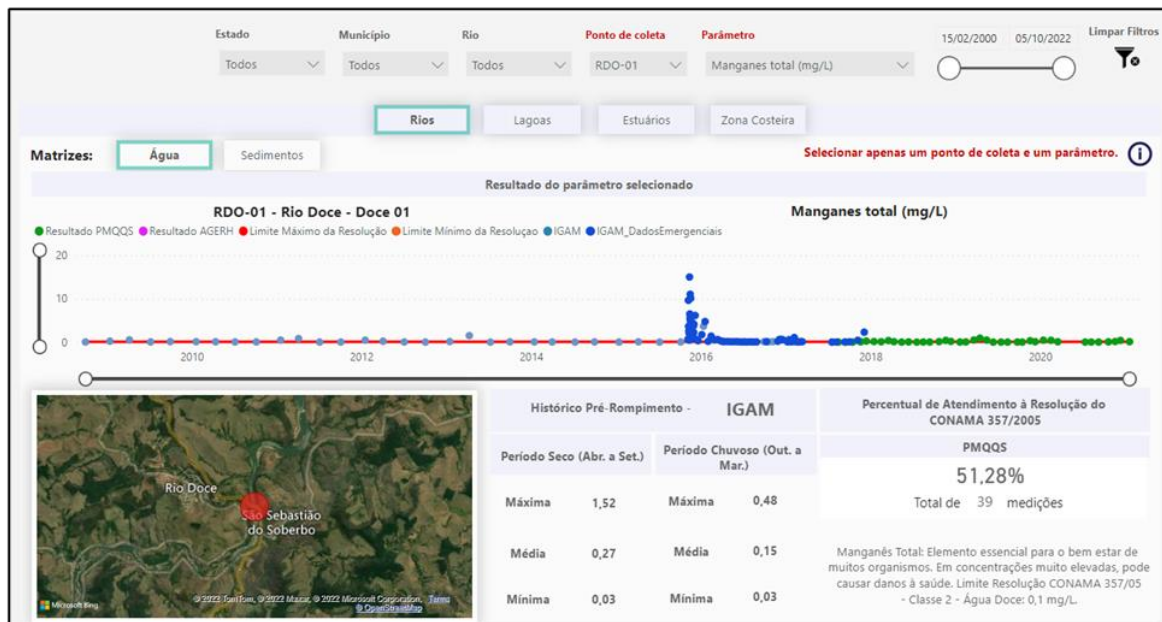


Figura 7: Menu de apresentação gráfica dos resultados do monitoramento convencional. Fonte: Portal Monitoramento Rio Doce (2022).

CONCLUSÕES

O portal Monitoramento Rio Doce possui uma linguagem clara e acessível para os usuários com diferentes níveis de formação e necessidades de informação, bem como para tomadores de decisão e gestores de recursos hídrico, apresentando um vasto banco de dados sobre a qualidade da água da bacia do rio Doce, gerados pelo programa de monitoramento do PMQQS, além de conter links para assuntos e organizações correlatas ao tema e sites especializados.

A nova versão do portal Monitoramento Rio Doce é resultado de um trabalho que agregou esforços de diversas áreas da Fundação Renova em conjunto com a contribuição e colaboração dos órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente.

A inclusão de índices de qualidade da água no Portal Monitoramento Rio Doce irá facilitar a interpretação dos dados de qualidade de água para o usuário leigo, tendo em vista que a apresentação dos resultados está em faixas classificatórias, o que torna mais simples e visual. Outro fator relevante é a inserção da série histórica dos dados de monitoramento das águas, provenientes do IGAM e da AGERH, dos pontos coincidentes com o PMQQS, o que permitirá ao usuário realizar uma comparação dos resultados dos parâmetros antes e depois do rompimento da barragem de Fundão.

Este portal pode trazer grandes benefícios aos usuários da bacia do rio Doce e sociedade em geral, oportunizando a elaboração de estudos sobre as condições ambientais da bacia e permitindo a elaboração de planos de ação para direcionar as ações de reparação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMARO, C. Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, 2009.

2. FUNDAÇÃO RENOVA. (2018). “Programa de Monitoramento Qualiquantitativo Sistemático de Água e Sedimento (PMQQS), Relatório Parcial.” Belo Horizonte-MG. 102 p. Disponível em: <https://www.fundacaorenova.org/noticia/pmqqq-apresenta-resultados-parciais-domonitoramento-coletados-entre-agosto-de-2017-e-janeiro-de-2018/>.
3. GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T. & SOARES, J.H.P. (2012). “Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 5, p.558-63, 2012.
4. IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Portal Infohidro – Informações sobre recursos hídricos, 2018. Disponível em: <https://portalinfohidro.igam.mg.gov.br>. Acesso em: 26 de dezembro de 2022.
5. LIMA, L. B. S; RIBEIRO, E. V.; JUNIOR, A. P. M. Índice de qualidade da água no baixo rio das Velhas: Experiência metodológica com IQACCME. XIX SBRH - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió. Dezembro, 2011.
6. PASSAMANI, F. C; JARDIM, B. F M.; MAIOLI, G. B. Implementação do Portal de Monitoramento do rio Doce como ferramenta para acesso à informação ambiental. XXIV SBRH - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Belo Horizonte. Novembro, 2021. ISSN 2318-0358. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br>.
7. PORTAL MONITORAMENTO RIO DOCE. Disponível em: <http://www.monitoramentoriodoce.org>. Acesso em: 26 de dezembro de 2022.
8. SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG/DESA, 2005. 452 p.