

SISTEMA DE MONITORAMENTO DA ÁGUA – PLATAFORMA DE INTEGRAÇÃO DE DADOS E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

WATER MONITORING SYSTEM - DATA INTEGRATION AND WATER RESOURCE MANAGEMENT PLATFORM

¹Willian Bogler da Silva; ²Paula Foltran de Azevedo Hamerschmidt; ³Ester Amelia Assis Mendes; ⁴Simone Frederigi Benassi; ⁵Rafael Dezordi.

Resumo – O monitoramento ambiental se faz importante para que ações de mitigação e/ou de controle possam ser aplicadas de forma antecipada e eficiente assim minimizando ou mitigando possíveis danos ambientais severos. Entre as matrizes ambientais passíveis de monitoramento, destacam-se os mananciais, os quais são fundamentais para a manutenção do ecossistema e das atividades antrópicas. São diversos os métodos de monitoramento, porém destacam-se aqueles que integram e processam dados, os quais são expostos de forma completa, porém de análise e interpretação por parte do usuário. O sistema de monitoramento de água proposto neste trabalho, conta com acompanhamento acerca da qualidade da água nos mananciais do Estado do Paraná, além de dados acerca da qualidade da água e estrutura das estações de tratamento de água. O sistema conta com modelo arquitetural por microsserviços, os quais são ágeis e eficientes para requisição, processamento e entrega de dados altamente confiáveis. Tais dados e informações são fundamentais para o desenvolvimento de relatórios, os quais serão utilizados no Plano de Segurança da Água, assim como no Plano de Conservação de Mananciais (PSM). Outro uso significativo para o sistema consiste na apresentação de dados às comunidades sendo, portanto, uma ferramenta de sensibilização, educação e mobilização social.

Abstract – Environmental monitoring is important so that mitigation and/or control actions can be applied early and efficiently, thus minimizing or mitigating possible severe environmental damage. Among the environmental matrices that can be monitored, springs stand out, which are fundamental for the maintenance of the ecosystem and human activities. There are several monitoring methods, but those that integrate and process data stand out, which are fully exposed, but must be analyzed and interpreted by the user. The water monitoring system proposed in this work has monitoring of the water quality in the springs of the state of Paraná, as well as data on the water quality and structure of water treatment plants. The system has an architectural model for microservices, which are agile and efficient for requesting, processing and delivering highly reliable data. Such data and information are essential for the development of reports, which will be used in the Water Security Plan, as well as in the Watershed Conservation Plan (PSM). Another significant use for the system is the presentation of data to communities, thus being a tool for sensitization, education and social mobilization.

Palavras-chave adicionais: Microsserviços; Mananciais.

INTRODUÇÃO

O monitoramento ambiental tem por objetivo identificar mudanças; prevendo possíveis impactos ambientais desde escalas locais à mundiais; acompanhar práticas humanas acerca dos usos das matrizes ambientais; contribuir para soluções de mitigação de impactos ambientais; contribuir para a preservação e conservação dos ecossistemas; uso dos dados para sensibilização e informação das comunidades sejam elas direta ou indiretamente afetadas (SILVA *et al*, 2020).

O geoprocessamento é uma das ferramentas que podem ser empregadas no monitoramento ambiental, contribuindo principalmente com análises acerca dos usos e ocupação do solo. As contribuições são as mais diversas, tais como: análise pontual de áreas, variação temporal da área de estudo e/ou desenvolvimento de algoritmos de predição de eventos (KILISKI; FERRER; LAHM, 2010). Ao processar imagens georreferenciadas, observa-se a necessidade de um sistema de integração de dados, o qual permita que usuários com outras expertises possam analisar e empregar tais informações em suas atividades.

Um sistema de integração consiste no armazenamento e processamento de múltiplos dados correlacionados ou não, os quais serão processados e apresentados ao usuário. Esse processo facilita a pesquisa e acompanhamento da evolução de eventos, contribuindo para a tomadas de decisões, as quais são mais assertivas quando baseadas em dados e informações confiáveis (LOUSADA; VALENTIM, 2011).

¹Parque Tecnológico Itaipu – Tecnologias Abertas e IoT

²Sanepar – Coordenação de Conservação de Bacias Hidrográficas e Aquífero.

³Sanepar – Gerencia de Recursos Hídricos – Sanepar

⁴Itaipu – Monitoramento e Avaliação Ambiental

⁵Parque Tecnológico Itaipu – Inteligência e Gestão Territorial

Para o desenvolvimento de uma aplicação diversas etapas são necessárias, tais como: levantamento de requisitos, determinação de arquitetura de software e modelagem de banco de dados, linguagem de programação mais eficiente para a regra de negócio, tempo de disponibilidade e requisitos de servidor. O Sistema de Monitoramento da Água (SMA) passou por tais etapas, das quais determinou-se microserviços como arquitetura padrão. Microserviços, consiste em uma única aplicação, porém com um conjunto de serviços de domínio limitado (VILLAÇA; PIMENTA JR.; AZEVEDO, 2018). Tais serviços apresentam processos únicos, o acesso a dados segue o mesmo princípio, evitando-se bancos diretamente compartilhados. A comunicação entre os serviços dar-se-á por API's (*Application Programing Interface*) e geralmente por dados em JSON (*JavaScript Object Notation*).

Microserviço é um padrão dos mais diversos possíveis dentro da arquitetura de software com destaque para os seguintes benefícios: Agilidade no desenvolvimento da aplicação, escalabilidade e manutenção direcionada à serviços, integração eficiente com aplicação de terceiros e disponibilidade do sistema (CASTRO; VALE; SOUZA, 2021).

O SMA está sendo desenvolvido com o objetivo de centralizar dados geoprocessados, apresentando informações sobre uso e ocupação do solo e monitoramento da qualidade de água dos mananciais do Estado do Paraná. O sistema também é uma ferramenta de acompanhamento das estações de tratamento de água, incorporando dados de conformidade, índices de qualidade de água e índices administrativos, tais como: IPL - Índice de perdas por ligação do sistema; IDP - Índice de demanda e produção e o IARCE - Índice de cobertura com rede de efluente. Outra funcionalidade do sistema consiste na emissão de relatórios mensais, os quais otimizam e padronizam a apresentação dos dados supracitados, complementando assim os relatórios que integram o Plano de Segurança da Água (PSA) e o Plano de Conservação de Mananciais (PSM)(BRASIL, 2012), os quais serão utilizados como parte estratégica para o gerenciamento de recursos hídricos de abastecimento público da empresa contratante.

MATERIAIS E MÉTODOS

O SMA está estruturado em 4 módulos, dos quais 1, 2 e 3 são destinados à apresentação de dados e informações sobre os mananciais do Estado do Paraná, das estações de tratamento e distribuição de água. O 4º módulo tem por objetivo a geração de relatórios com informações dos módulos anteriores, contribuindo assim para a padronização do PSA e do PSM.

SMA - Módulos

Os módulos 1, em fase de desenvolvimento, oferece o estimado na barreira 1 do PSA, que consiste em identificação e classificação do manancial de abastecimento e avaliação de seus perigos e riscos. Neste módulo irá constar os seguintes elementos: mapas geográficos com demarcação da área de abrangência do manancial e condições da área, como por exemplo, uso e ocupação do solo, além dos pontos de captação de água, apresentação dos dados do manancial (qualidade da água), quantidade de poços e valores de índices. Os índices calculados e disponibilizados são: cobertura com rede de efluente, área urbanizada, área de agricultura, área de pasto; área de floresta, solo exposto e utilização da água.

O módulo 2, em fase de desenvolvimento, contribui com o estimado na segunda barreira do PSA, que consiste em descrever, identificar e classificar a rede de distribuição, além de avaliar seus perigos e riscos. Neste módulo as informações apresentadas ao usuário consistem em: mapa geográfico com posição da estação de tratamento de água (ETA); valores médios diários com amostras mensais acerca dos indicadores de água tratada e dados sobre as condições de operações das estações de tratamento.

O módulo 3 consiste na descrição, caracterização e identificação dos riscos da terceira barreira do PSA, no qual materializa-se pela rede de distribuição de água. O terceiro módulo é composto por: mapa geográfico com a área de distribuição de água, índices de perdas por ligação (IPL), demanda e produção (IDP) e cobertura com rede de efluente (IARCE).

Módulo 4 consiste no agrupamento das informações dos módulos anteriores e disponibilização em formato de relatório, assim viabilizando seu uso no PSA. Este módulo ainda não contempla uma interface com o usuário pois segue os padrões de desenvolvimento por etapas.

Todos os módulos foram definidos por levantamento de requisitos, os quais foram realizados por meio de reuniões e alinhamentos para identificar a necessidade do usuário e possibilidades do sistema. Todo o processo de criação das telas de apresentação foi realizado com profissional de experiência e interface de usuário, com emprego da ferramenta Figma.

Arquitetura de software

Back-end

O SMA foi projetado com 3 microsserviços denominados: API GeoServer, API Core e API Client. A linguagem de programação estabelecida é Java 11, em razão da alta performance, estabilidade e suporte. Para desenvolvimento dos microsserviços empregou-se o *framework* Spring Boot 2 e Spring Cloud. Para o armazenamento de dados, visando agilidade, efetividade e segurança da informação, empregou-se o banco de dados relacional PostgreSQL 14. Já para o servidor foi utilizado o GeoServer, o qual é uma solução desenvolvida em GeoTools que é parte integrante do *framework* Java Gis, uma solução com rigor internacional para a geração de dados geográficos. O GeoServer é de suma importância à aplicação, pois permite a exibição de informações espaciais, pois segue o padrão *Web Map Service* (WMP), no qual é possível criar mapas com uma vasta possibilidade de formatos.

API GeoServer é a única que se conecta ao banco de dados, realizando consultas e disponibilizando informações à interface de usuário. Já a API Core tem por função os processamentos matemáticos dos dados. A API não estabelece conexão com o banco de dados, mas realiza requisições à API GeoServer, para coleta dos dados a partir do banco, e executa solicitações à API Client para receber dados das estações de tratamento. Esta última API (Client) requisita dados das estações de tratamento de água, tratando e enviando-os para análise estatística ao Core.

Front-End

Para acesso à plataforma e requisição de informações, estruturou-se uma *interface* de usuário que possibilita o filtro por mananciais e/ou ETA. As informações de cada requisição são referentes aos módulos, os quais são selecionados em tela inicial. Para o *User Interface* empregou-se a linguagem JavaScript com uso do *framework* React, além das tecnologias HTML5 e CSS3, assim garantindo qualidade e dinamicidade às páginas, além de confiabilidade às informações. A integração do *Back* e *Front-end* ocorre por meio de requisições por *end-points* (acesso direto a url). Ao solicitar uma determinada informação a aplicação executa uma chamada a um *end-point* específico, o qual executa as regras de negócio do determinado microsserviço, entregando ao front as informações em formato JSON.

Qualidade de Entrega

Com o objetivo de atender aos principais índices de qualidade de entrega para microsserviços, empregou-se duas camadas de validação, sendo a primeira presente na aplicação Git Lab, por meio da entrega e integração contínua, observado pela sigla CI/CD. Esse método é composto em 4 etapas, sendo a primeira destinada ao *build*, no qual a aplicação é estruturada; a segunda é denominada *test* e seu objetivo é testar o funcionamento e a presença de erros que possam impedir o funcionamento da aplicação; a próxima etapa consiste no *package*, na qual a aplicação é testada via SonarQube, o qual verifica a segurança, eficiência e qualidade dos códigos, além de estruturar os pacotes que são fundamentais na próxima fase, a qual é denominada *deploy*. Nesta última fase, o microsserviço estará disponível para uso.

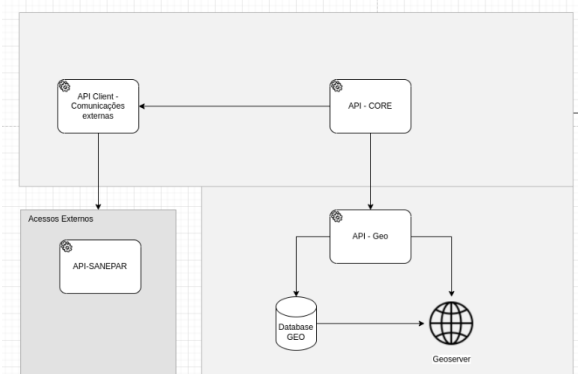
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Back-end

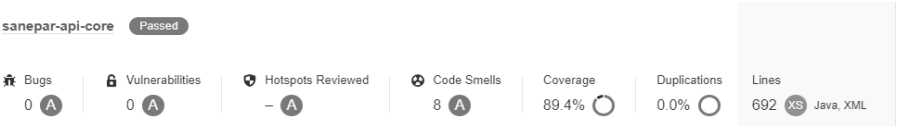
A arquitetura foi validada e está em processo de desenvolvimento. Na figura 1 é possível analisar a aplicação com evidência para a conexão com o servidor e banco de dados pelo microsserviço GeoServer apresentado pela redução de seu nome para API-Geo, o qual fornece dados para a API-Core, que por sua vez também coleta dados da API Client. No Core os dados estatísticos empregados são referentes às médias (diárias e mensais), assim como desvios padrões. A API Client é a responsável pela comunicação com as APIs externas da Sanepar e tratamento dos dados para posterior entregas à Core. Esta arquitetura visa estabelecer funções únicas aos microsserviços e, com isso a melhoria em performance, evitando *input lags* de demora de respostas do servidor. O tempo de requisição com maior tempo de espera, consiste em 1segundo.

A API-Core foi estabelecida e com todos os testes de qualidade aprovados (figura 2), os testes empregados concluem que esta aplicação é operacional e está pronta para executar as regras de negócio estabelecidas. Já a API-GeoServer está em fase de implantação de testes para validação de eficiência e qualidade, porém já apresenta

169 resultados significativos, pois realiza as buscas, processamento e entrega dos dados para o *Front-end*. A API-
170 Client está em fase de implantação com a Core, porém sua integração com a API Sanepar já está adequada e em
171 fase de testes.



184 Figura 1: Arquitetura de microserviços e suas conexões.



188 Figura 2: Microserviço API-Core com análises e notas de qualidade.
189 Software - SonarQube

193 O banco de dados está em fase de ajustes, com foco no modelo de relacionamento para registro e resgate
194 das informações acerca dos usos e ocupação do solo. Os dados apresentam tamanho significativo, o que pode
195 impactar no tempo de resposta, tornando a aplicação menos eficiente em relação ao tempo de apresentação dos
196 valores, porém novos modelos estão em fases de testes para que a eficiência seja satisfatória. O modelo está sendo
197 enquadrado para chaves estrangeiras com municípios e mananciais em específico, com isso espera-se melhor
198 tempo de resposta e assertividade nas requisições. Testes apresentam eficiência significativa, com menos de 5ms
199 para tempo de resposta

201 **Front-end**

203 Os módulos 1 e 2 foram concluídos, porém de forma estática, pois a integração com o *back-end* está em
204 fase inicial. Na figura 3 é possível analisar o resultado do módulo 1, no qual explora-se os dados referentes aos
205 mananciais. Nele encontra-se o campo de filtragem dos dados para seleção do manancial passível de análise,
206 assim como seus respectivos dados, posição geográfica, dados acerca da avaliação e cobertura de solo. Outro
207 ponto importante está nos dados acerca da qualidade da água do manancial selecionado.



224 Figura 3: Módulo 1 em tela estática.

Na figura 4 é possível analisar o resultado em tela estática do módulo 2, no qual são explorados os dados referentes às ETAs.

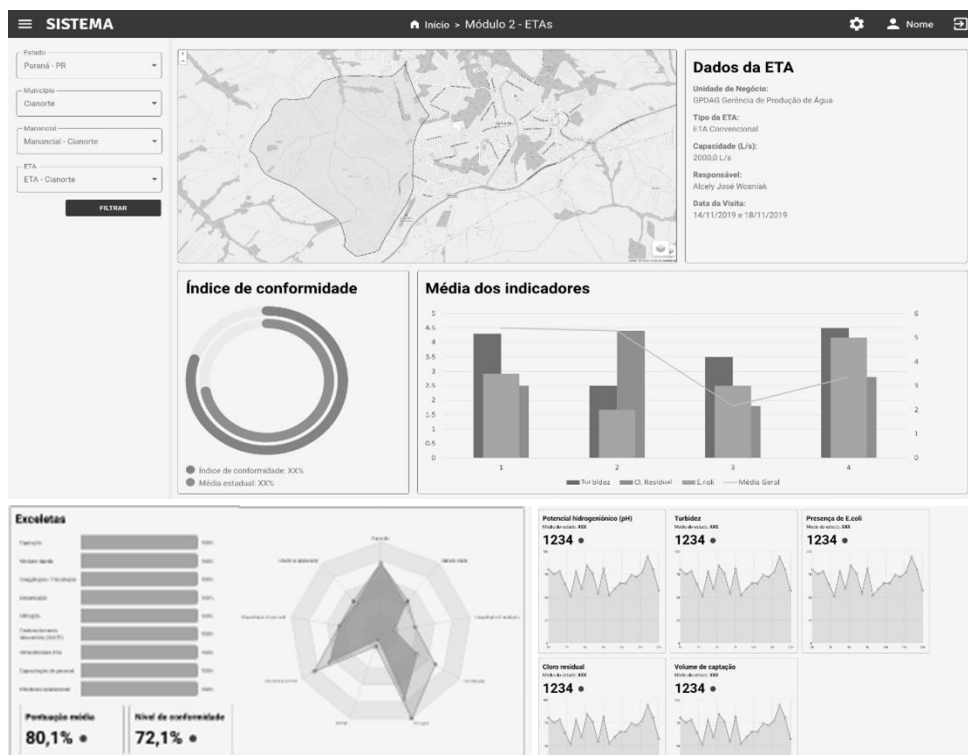


Figura 4: Módulo 2 em tela estática apresentando os dados referentes às estações de tratamento de água.

O módulo 3 foi apresentado em modelo de imagem (figura 5), produzido aos moldes da padronização. O padrão será replicado no *front-end* após validações finais. Neste módulo é possível analisar a estrutura do mapa com apresentação dos dados do sistema de distribuição de água, além dos índices supracitados, com destaque para a média histórica dos dados.

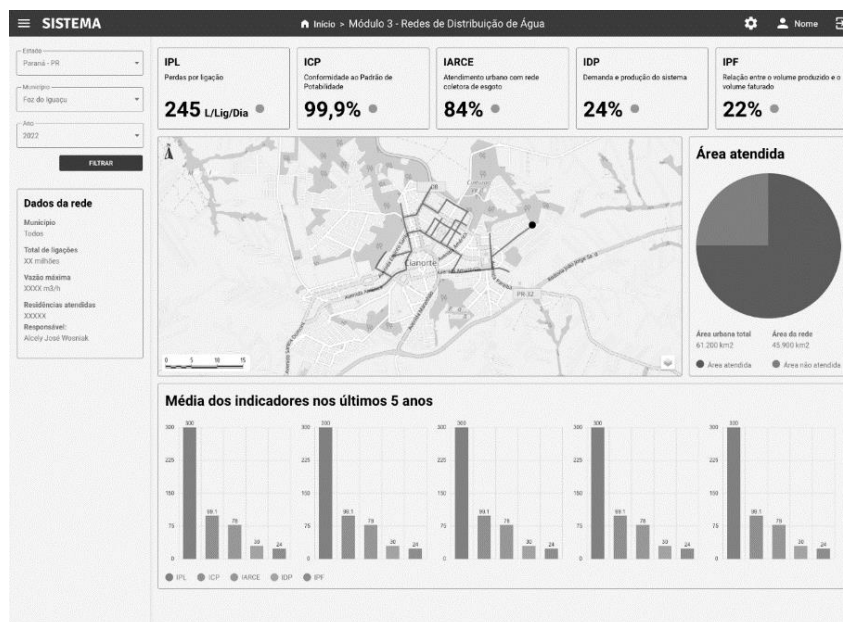


Figura 5: Representação em Figma do projeto interface do usuário para os dados referentes ao módulo 4.

CONCLUSÃO

O SMA está em fase de desenvolvimento, porém já realizou entregas significativas, além de concluir 95% toda sua estrutura arquitetural, tais como: instalação e configuração do GeoServer; instalação do servidor e geração de IPV6 para ambiente de homologação, fase de testes e validações dos microsserviços; ajustes significativos dos modelos de relacionamento do banco de dados, criação das páginas dinâmicas para os módulos 1 e 2 e, não menos importante, apresentação do módulo 3 para posterior implementação e prospecção do módulo 4.

Com o sistema implantado e bem estabelecido, o SMA poderá ser utilizado para acompanhamento da qualidade da água em diversos mananciais do Estado do Paraná e como parte integrante do PSA. Outro ponto consiste no acompanhamento das ETAs, analisando índices de qualidade de água, mas também de conformidade organizacional. Salienta-se que o SMA pode ser utilizado como um instrumento para a gestão dos Recursos Hídricos e Segurança Hídrica bem como para a sensibilização e educação, pois parte dos resultados podem ser apresentados à comunidade expondo, por exemplo, a qualidade da água dos mananciais e a gestão de território, estimulando debates e ações acerca de práticas conservacionistas que possam impactar positivamente o meio ambiente e, conseqüentemente, a vida da comunidade. Tais ações refletirão nas informações do SMA sendo, portanto, também uma ferramenta de acompanhamento social.

E, por fim, o sistema contribuirá para com relatórios e acompanhamentos acerca dos PSA e PSM, tornando-se um instrumento não apenas de análises e acompanhamentos, mas de agilidade em processos e em tomadas de ações.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Itaipu Binacional e à Fundação Parque Tecnológico Itaipu e a SANEPAR pelo financiamento e possibilidade de execução deste trabalho por meio dos convênios 4500059129 referentes ao projeto “Gestão de Recursos Hídricos e Segurança Hídrica na Região Oeste do Paraná”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. Ministério da Saúde Plano de segurança da água: garantindo a qualidade e promovendo a saúde: um olhar do SUS / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: Ministério da Saúde, 2012. 60p.: il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde)

CORRÊA, Rony Felipe Marcelino; Ventura, Katia Sakihama. Plano de Segurança da Água: modelo conceitual para monitoramento de riscos à contaminação de água em comunidades rurais. Revista Engenharia Sanitária Ambiental, v.26 n.2, março/abril 2021.

CASTRO, Thiago Felipe de Sousa; VALE, Felipe Gomes de Melo; SOUSA, Fábio Henrique Fonseca de. Microsserviços. Brazilian Journal of Development, Curitiba – Pr, V. 7, n.3, março 2021.

KALISKI, Aline Duarte; FERRER, Tânia Rodrigues; LAHM, Regis Alexandre. Análise Temporal do Uso do Solo Através de Ferramentas de Geoprocessamento -Estudo De Caso: Município De Butiá/Rs. Revista ParaOnde!? V.4, n.2, agosto 2010.

LOUSADA, Mariana Lousada; VALENTIM, Marta Lúcia Pomim. Modelos de tomada de decisão e sua relação com a informação orgânica. Perspectivas em Ciência da Informação, v.16, n.1 janeiro/março 2011.

SILVA, Fabrícia Souza da; OLIVEIRA, Lindalva Sâmela Jacaúna de; TERÁN, Augusto Fachín; MACHADO, Ailton Cavalcante. PRÁTICAS DE SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL NA FORMAÇÃO DO PEDAGOGO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA. Revista REAMEC, v. 8, n. 2, p. 438-454, maio/agosto 2020.

VILLAÇA, Luís Henrique Neves; PIMENTA JR., Antônio Francisco; AZEVEDO, Leonardo Guerreiro. Construindo Aplicações Distribuídas com Microsserviços. Tópicos em Sistemas de Informação – XIV SBSI, junho, 2018.