

MONITORING AND DENUNCIATION OF POLLUTION OF THE SÃO FRANCISCO RIVER IN THE CITIES OF JUAZEIRO-BA AND PETROLINA-PE: A FACILITATING TECHNOLOGY PROPOSAL

MONITORAMENTO E DENÚNCIA DA POLUIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO NAS CIDADES DE JUAZEIRO-BA E PETROLINA-PE: UMA PROPOSTA DE TECNOLOGIA FACILITADORA

Bruna Souza Santos Machado¹; Greyciane Santos Santana²; Mateus Silva Souza³; José Edilson dos Santos Júnior⁴; Vivianni Marques Leite dos Santos⁵

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF – Juazeiro/BA – Brasil – bruna.machado@discente.univasf.edu.br

²Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF – Juazeiro/BA – Brasil – greyciane.santana@discente.univasf.edu.br

³Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF – Juazeiro/BA – Brasil – mateus.silvasouza010@gmail.com

⁴Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF – Petrolina/PE – Brasil – jose.edilson@univasf.edu.br

⁵Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF – Juazeiro/BA – Brasil – vivianni.santos@univasf.edu.br

Resumo

Diante da importância do Rio São Francisco para o semiárido e a crescente poluição do mesmo, o objetivo deste artigo é apresentar uma tecnologia social por meio de um aplicativo que consiga ajudar no monitoramento e denúncia da poluição do Rio por parte da comunidade. Ademais, o Rio é o principal recurso para a população ribeirinha e desenvolvimento das atividades ligadas ao agronegócio, o que torna imprescindível que seja protegido contra ações indevidas que causem impactos negativos sem que haja identificação dos responsáveis. Para evitar esforços e gastos para o desenvolvimento de tecnologia já disponível, foi realizado estudo prospectivo, com levantamento na base de programas de computador (PCs) do INPI e também na base de softwares públicos. Para o desenvolvimento do app foram identificados os requisitos e escolhida a flutter como framework. Não foram identificados PCs disponíveis, de modo que o Pollution Click atende ao requisito de novidade. Entre as principais funcionalidades, destacam-se a possibilidade de verificar se uma determinada área em que se deseja entrar em contato com a água tem condições aceitáveis para balneabilidade, possibilidade de inserir fotos ou vídeos durante denúncias, as quais podem ser identificadas ou anônimas, bem como obter mais informações sobre os órgãos de controle nas localidades de Petrolina-PE ou Juazeiro-BA.

Palavras-chave: Mínimo Produto Viável; Poluição; Denúncia.

Abstract

Given the importance of the São Francisco River for the semiarid region and its growing pollution, the aim of this article is to present a social technology through an application that can help the community to monitor and report pollution in the river. Moreover, the Rio is the main resource for the riverside population and the development of activities related to agribusiness, which makes it essential that it be protected against inappropriate actions that cause negative impacts without identifying those responsible. To avoid efforts and expenses for the development of technology that is already available, a prospective study was carried out, with search on the basis of INPI computer programs (CPs) and also on the basis of public software. For the development of the app, the requirements were identified and flutter was chosen as the framework. No available PCs have been identified, concluding that Pollution Click responds to the novelty requirement. Among the main functionalities, we highlight the possibility of checking if a certain area where you want to come into contact with water has acceptable conditions for bathing, the possibility of inserting photos or videos during complaints, which can be identified or anonymous, as well as obtaining more information about the control organizations in the localities of Petrolina-PE or Juazeiro-BA.

Keywords: Minimum Viable Product; Pollution; Delation.

1. Introdução

Existem diversos tipos de práticas que provocam impactos negativos aos recursos naturais, tal como a água dos rios e lagos, que podem ser considerados crimes ambientais. Nesse sentido, as leis vêm sendo aprovadas com o objetivo de proteger tais recursos, assegurando que as práticas sejam investigadas, tal como a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) – número 6.938 de 17/01/1981.

Apesar do conhecimento acerca de que a água é um recurso natural essencial à vida humana, verifica-se que as ações que resultam poluição das águas continuam de forma rotineira. O nível de poluição dos rios e dos recursos hídricos em geral está cada vez mais alto e, em geral, as pessoas dificilmente conhecem qualquer canal para impedir ou pelo menos denunciar possíveis crimes ambientais a fim de minimizar os danos que vêm sendo causados ao longo do tempo, sem que ninguém seja responsabilizado por tais atos.

Entre as leis mais importantes, destaca-se a L6938 (BRASIL, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA, devido, entre outros, “à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”. Por outro lado, o Ministério Público pode sugerir ações de responsabilidade civil por danos ao meio ambiente, impondo ao poluidor a obrigação de recuperar e/ou indenizar prejuízos causados. A referida lei também criou a obrigatoriedade dos estudos e respectivos relatórios de Impacto Ambiental (EIA-RIMA).

Por outro lado, a Lei de Recursos Hídricos – número 9.433 de 08/01/1997 (BRASIL, 1997) - instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Nesta, a água é definida como recurso natural limitado, dotado de valor econômico, que pode ter usos múltiplos (consumo humano, produção de energia, transporte, lançamento de esgotos). A lei prevê também a criação do Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos para a coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

As doenças infecciosas humanas transmitidas pela água contaminada com esgoto doméstico, em especial os dejetos humanos e de animais, devem constituir preocupação a partir dos órgãos públicos, com formulações de políticas não apenas no setor de saúde, mas também educação, entre outros, tal como recomendado por Souza et al. (2020).

De acordo com o estudo de Santos (2019), era evidente a falta de educação ambiental a partir da população de Piranhas-AL, quando foram verificados descartes de lixo nas margens do Rio São Francisco. Atualmente, em Petrolina-PE e Juazeiro-BA, as práticas poluentes, tal como jogar plásticos, entulho e outras misturas de lixos domésticos nas margens do Rio, não são diferentes, sendo aceitas como comuns, podendo acumular um enorme fardo para a população que depende direta ou indiretamente do Rio, uma vez que o mesmo, conforme destacado por Castro e Pereira (2017), promove a ligação do Sudeste e do Centro-Oeste com o Nordeste do Brasil, sendo considerado o Rio da Integração Nacional.

Os esforços para reduzir as taxas de doenças transmitidas pela água estão, muitas vezes, a cargo do governo do Brasil que possui órgãos de fiscalização e monitoramento das práticas relacionadas ao despejo inadequado do esgoto doméstico, outros tipos de poluição no Rio e, por consequência, a devida punição aos responsáveis por esse tipo de crime.

O material orgânico gerado pelo despejo de lixo inadequado, por exemplo, possui alto risco à saúde, por conter doenças relacionadas à presença de agentes patogênicos. Assim sendo, é importante disponibilizar ferramentas para monitorar e denunciar as práticas criminosas resultantes de ações danosas aos rios, que aumentam seu nível de poluição, afim de obter informações sobre a qualidade da água em um determinado ponto, tal como saber se é viável para o banho e consumo, por exemplo, e assim tomar uma decisão mais assertiva para a manutenção da saúde. Sobre isso,

De acordo com a Assessoria de Planejamento e Meio Ambiente da prefeitura de Petrolina, nas últimas amostras de água recolhidas na parte do rio que passa perto do centro, foram detectados 16 mil coliformes fecais por 100 ml de água aceitável, segundo o ambientalista Vitório Rodrigues, responsável pelo controle da balneabilidade da água, seria a presença de apenas mil coliformes por cada 100 ml. "A coleta das amostras é feita a cada quinze dias em sete pontos do rio, em uma extensão de 105 quilômetros", explicou Rodrigues. O

material é analisado na Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH), no Recife (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2019).

Por isso, procedimentos ou ferramentas que possam ser potencialmente aplicadas e amplamente divulgadas para utilização pelos cidadãos, visando facilitar denúncias de ações incorretas, bem como obter conhecimento sobre a qualidade da água do rio como uma medida de proteção da saúde são urgentes e necessárias.

Nesse sentido, o objetivo deste artigo é apresentar uma tecnologia voltada para o uso pelos cidadãos mais conscientes acerca da necessidade de cuidados com o Rio São Francisco, que disponham de celular com acesso à *internet*, possibilitando o envio de denúncias, identificadas ou anônimas, com informações detalhadas, para os respectivos órgãos fiscalizadores, de forma prática e eficiente, inclusive permitindo a inclusão de vídeos ou fotos, que facilitem a identificação dos locais e responsáveis por possíveis infrações, além de possibilitar obtenção das condições de balneabilidade da água nos locais onde se deseja entrar em contato com a mesma.

2. Metodologia

A pesquisa desenvolvida é exploratória e descritiva por incluir identificação dos órgãos fiscalizadores, bem como levantamento de publicações científicas e tecnológicas envolvendo poluição dos rios e, em particular, sobre o Rio São Francisco e suas taxas de poluição, com descrição detalhada a partir dos dados e informações coletadas.

Tal que o objetivo da pesquisa é o aprimoramento e implementação de tecnologia a curto ou médio prazo, trata-se de um estudo de natureza aplicada, conforme metodologia de pesquisa descrita por Miguel (2010) e fundamentada por Gil (2002). Ainda com base nesses autores, quanto à abordagem, esse estudo é, majoritariamente, qualitativo, visto que há não são aplicadas ferramentas para tratamento de dados quantitativos.

Na etapa de estudo prospectivo está prevista a busca por Registros de Programas de Computador (RPCs) na base de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI (BRASIL, 2021a) e ainda de Programas de Computador (PCs) na base de *softwares* públicos nacional (BRASIL, 2021b), usando as palavras chave “Rio” or “Poluição”.

Para desenvolvimento da tecnologia, faz-se necessário selecionar as bases para coleta de dados para inserir no PC ou aplicativo (*app*), tal que seja permitida a identificação das localizações das áreas afetadas e reconhecimento das zonas de risco em diferentes níveis, concluindo pela

inclusão das seguintes ferramentas: GPS com solicitação de permissão de localização, topografia e informações a partir das prefeituras das cidades.

O aplicativo em fase de desenvolvimento para android ou IOS, usando linguagem de programação para *web*, com a *flutter* como *framework* para uso em dispositivos *mobile* (Android e iOS), com conclusão até o mínimo produto viável (MPV), ou seja, a etapa de criação, que consiste em elementos de concretização da ideia ou proposta, que servem de amostra do produto final, tal como experiências de desenvolvimento de produtos, como o trabalho de conclusão de curso de mecânica de Brunelli e Genberg, em 2018. Ressalta-se que o protótipo do *app* foi apresentado a 5 pessoas das famílias de cada autor, gerando sugestões a partir de 25 possíveis usuários. Isto foi necessário devido à pandemia.

3. Resultados e Discussão

A partir da pesquisa na base de dados do INPI (BRASIL, 2021a), verificou-se que não há Registros de Programa de Computador – RPCs com a palavra “poluição” no título e que 27 RPCs contém a palavra “Rio” naquele campo de busca. Entretanto, a maioria refere-se a RPCs com menção à cidade do Rio de Janeiro e nenhum deles tem as funcionalidades que são demandadas nessa proposta. Ademais, destacam-se apenas 2 que remetem aos rios, o primeiro, “Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul - SIOUT RS” (SCOLFORO et al., 2016) e o segundo, “Sistema de Modelo Fitogeográfico da Bacia do Rio Grande” (PRIETO, 2018), cujos títulos indicam as aplicações principais dos mesmos, que diferem bastante do *Pollution Click*. Por outro lado, na base de *softwares* públicos não há PC com a palavra “rio” ou com a palavra “poluição” no título. Dessa forma, sendo indicada a novidade inerente à tecnologia proposta neste artigo.

Em Petrolina-PE, os órgãos responsáveis pelas ações relacionadas ao meio ambiente são a Agência Municipal de Meio Ambiente (AMMA), com a responsabilidade de coordenar, controlar e executar a política municipal de Meio Ambiente (AMMA, 2021), e o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (CONDEMA), que é um órgão colegiado com caráter deliberativo e fiscalizador (CONDEMA, 2021). Já em Juazeiro-BA, o órgão responsável é o Conselho Municipal de Meio Ambiente – CMMA, que possui a finalidade de estabelecer normas, políticas públicas e padrões para a preservação e conservação dos recursos naturais do Município, cujo decreto 008/2010 aprovou o seu regimento interno (REGIMENTO CMMA, 2010).

Dado que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade em locais onde tem contato direto com a água, há grande importância no

conhecimento da condição da água onde se tem interesse de usar. Assim, devem ser observados limites dos parâmetros para monitoramento em água doce (CONAMA N° 357/05) (Tabela 1), observando-se as classificações quanto às destinações das águas, bem como a Resolução CONAMA N° 274, de 2000, que criou instrumentos para avaliar as condições e evolução da qualidade das águas em relação aos níveis estabelecidos para balneabilidade, referindo-se à condição favorável ao banho e atividades esportivas em águas destinadas à recreação de contato primário, ou seja, quando existe o contato direto e prolongado do usuário com água.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e b) à harmonia paisagística. (CONAMA N°357/05)

Tabela 1 – parâmetros para monitoramento em água doce, por classe.

Parâmetros	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Salinidade	≤0,50 0/00			
Efeito tóxico	Não verificado efeito crônico	Não verificado efeito crônico	Não verificado efeito agudo	-
Clorofila a (µg/L)	≤10	≤30	≤60	-
Densidade de Cianobactérias (cel/mL)	≤20.000	≤50.000	≤100.000, dessedentação de animais ≤50.000	-
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
OD (mg O ₂ /L)	≥6	≥5	≥4	≥2
DBO (mg O ₂ /L)	≤3	≤5	≤10	-
Nitrogênio amoniacal total (mg NH ₃ /L)	4,5(pH≤7,5) 2,4(7,5<pH≤8,0) 1,2(8,0<pH≤8,5) 0,6(pH>8,5)	4,5(pH≤7,5) 2,4(7,5<pH≤8,0) 1,2(8,0<pH≤8,5) 0,6(pH>8,5)	16,1(pH≤7,5) 6,8(7,5<pH≤8,0) 2,7(8,0<pH≤8,5) 1,2(pH>8,5)	-

Fósforo total (mg P/L)	lêntico* $\leq 0,02$, intermediário e tributário de lêntico* $\leq 0,025$, lótico** e tributário de intermediário $\leq 0,1$	lêntico* $\leq 0,03$, intermediário e tributário de lêntico* $\leq 0,05$, lótico** e tributário de intermediário $\leq 0,1$	lêntico* $\leq 0,05$, intermediário e tributário de lêntico* $\leq 0,075$, lótico** e tributário de intermediário $\leq 0,15$	-
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	≤ 200 em 80% de 6 amostra/ano	≤ 1000 em 80% de 6 amostra/ano	≤ 2.500 contato secundário ≤ 1.000 animais confinados ≤ 4.000 demais usos	-
Cor	-	≤ 75	≤ 75	-
Turbidez (UNT)	≤ 40	≤ 100	≤ 100	-
Nitrato (mg N/L)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	-
Nitrito (mg N/L)	$\leq 1,0$	$\leq 1,0$	$\leq 1,0$	-
Cádmio total (mg/L)	$\leq 0,001$	$\leq 0,001$	$\leq 0,01$	-
Chumbo total (mg/L)	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	$\leq 0,033$	-
Cromo total (mg/L)	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	-
Manganês total (mg/L)	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,5$	-
Zinco total (mg/L)	$\leq 0,18$	$\leq 0,18$	$\leq 0,5$	-
Níquel total	$\leq 0,025$ mg/L	$\leq 0,025$ mg/L	$\leq 0,025$ mg/L	-
Mercúrio total	$\leq 0,0002$ mg/L	$\leq 0,0002$ mg/L	$\leq 0,002$ mg/L	-

*lêntico: “ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado”. **lótico: “ambiente relativo a águas continentais moventes”.

Fonte: Elaborada com base na Resolução CONAMA N°357/05.

Importante ressaltar que o monitoramento de cada micro-organismo patogênico presente na água é muito dispendiosa e requer muito esforço e tempo, tornando-se praticamente inviável. Nesse sentido, o monitoramento da quantidade de coliformes termotolerantes, que são bactérias originárias do trato intestinal, as quais podem ser determinadas a partir da presença de organismos indicadores, como a *Escherichia coli*, torna-se uma medida bastante utilizada como indicador de contaminação (PERES, 2012), sendo considerada a partir da Resolução CONAMA 274/2000 para classificação da água quanto à balneabilidade, o que temos interesse nesse estudo.

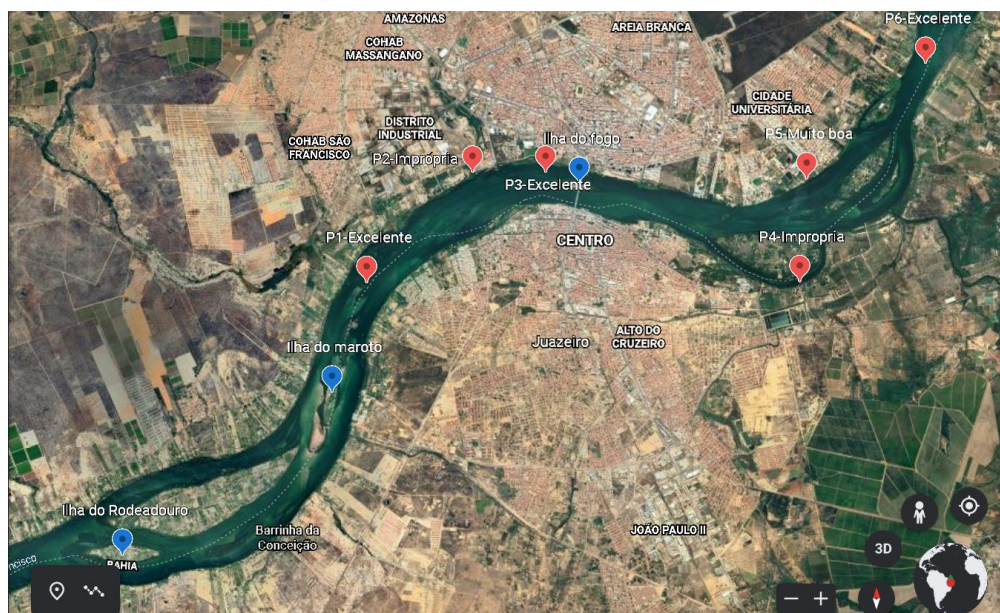
Assim, o aplicativo irá indicar os pontos próximos aquele em que o aplicativo está sendo utilizado quanto às condições de balneabilidade, ou seja, se está adequada para banhos ou passeios em moto aquáticas, entre outros. Tais resultados serão obtidos a partir de análises pagas com recursos da gestão do aplicativo ou por meio de parceria com as universidades e Prefeituras dos

munícipios de Petrolina-PE e Juazeiro - BA, sendo que, inicialmente, serão apontadas as condições a partir de análises reportadas na literatura ou em bancos de dados. Um exemplo de aplicação pode ser melhor compreendido a partir da Figura 1.

Na Figura 1 estão assinaladas 3 localizações para lazer (em azul): Ilha do Rodeadouro, Ilha do Maroto e Ilha do Fogo, bem como 6 pontos de coletas de amostras (em vermelho) com determinações quanto às condições de balneabilidade com base nos valores de Coliformes Termotolerantes, a partir dos dados de latitude e longitude descritas no trabalho de conclusão de curso de Peres (2012), sendo que para efeito da execução do aplicativo serão necessárias novas análises, as quais serão obtidas a partir de parceria com a Universidade.

As condições de balneabilidade consideradas “excelentes” foram identificadas em P1, P3 e P6; de balneabilidade “muito boa” em P5 e “impróprias para banho” em P2 e P4, sendo as características de cada ponto de amostra descrito no Quadro 1, a partir de Peres (2012).

Figura 1 – Mapa gerado no Google Earth, com locais de lazer e aqueles com resultados de análise das condições de balneabilidade.



Fonte: Elaborado no Google Earth, 2021.

Observa-se que os locais impróprios para banho são aqueles localizados nos pontos de lançamento do esgoto de Petrolina – PE (P2) e de Juazeiro – BA (P4) e que as Ilhas do rodeadouro e do maroto estão localizadas à montante, ou seja, a água segue em direção a jusante. Assim, a água próxima àquelas Ilhas ainda não receberam o lançamento dos esgotos de ambas as cidades, de modo que devem permanecer com condições de balneabilidade favoráveis, embora mereça monitoramento devido à ocupação crescente de áreas próximas, com construção e habitação de

condomínios nas margens do Rio, cujas residências ainda utilizam fossas sépticas, devido não haver saneamento básico naquelas localizações. Acrescenta-se que a amostra P1, estando no início da influência do grande centro urbano, sofre menos influência da poluição.

Quadro 1 - Descrição dos locais com resultados quanto à balneabilidade.

Ponto	Descrição
P1 (balneabilidade excelente)	Ponto a montante da influência urbana, no centro entre as margens. 2.055 m da Ilha do maroto.
P2 (imprópria para banho)	Ponto de lançamento do esgoto tratado de Petrolina, à 5 metros da margem do rio (~1.935 m da Ilha do fogo).
P3 (balneabilidade excelente)	Ponto de influência urbana à margem de Juazeiro (653 m da Ilha do fogo).
P4 (imprópria para banho)	Ponto de lançamento do esgoto tratado de Juazeiro, à 5 m da margem do rio (~4.388 m da Ilha do fogo).
P5 (balneabilidade muito boa)	Ponto de influência urbana à margem de Petrolina. Sofre influência do curtume.
P6 (balneabilidade excelente)	Ponto a jusante da influência urbana, no centro entre as margens.

Fonte: Adaptade de Peres (2012).

Apesar da Ilha do fogo estar localizada após lançamento do esgoto tratado de Petrolina-PE (P2) (a jusante), verifica-se que a Ilha encontra-se a ~1.935 m daquele e, considerando que a amostra P3 está a uma distância menor de P2, também a jusante (~1.320 m) e já apontou condições excelentes de balneabilidade, conclui-se que tais condições são satisfatórias também na Ilha. Sugere-se que esta localização seja monitorada face ao aumento da população nas cidades ao longo dos anos. Finalmente, o *app* utilizará 3 informações para indicar as condições de balneabilidade: 1) concentração(ões) de *Escherichia coli* mais próxima(s); 2) Distância dos pontos de lançamentos dos esgotos tratados; e 3) jusante ou montante dos locais de lançamentos dos esgotos.

Outras formas de poluição do Rio são perceptíveis no cotidiano das margens do Rio nas cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, com atividades antrópicas relacionadas à lavagem de carros e lançamento de lixos, como plásticos, papel, etc. Ademais, tais ações são realizadas sem fiscalização, mesmo existindo a legislação ambiental, conforme descrito no Art.54 da lei de crimes ambientais (BRASIL, 1998): “V - ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos: Pena - reclusão, de um a cinco anos”. Segundo Melo et al. (2021), “talvez se houvesse fiscalização e conscientização nossos rios, mares e lagos seriam menos poluídos”.

Com relação à lavagem dos veículos nas margens dos rios, Jönsson e Jönsson (1995) chamaram atenção para os agentes desgordurantes que conferem a água residual um fator

significativo de demanda química de oxigênio (DQO). Além dos possíveis produtos químicos usados na lavagem, de acordo com os autores, a água também pode conter óleo, graxa e partículas como poeira, carbono, asfalto e sal, que são arrastados a partir da superfície do carro. Além disso, tal água também pode conter fluido hidráulico e óleo de motor que podem ter vazado do sistema de freios e do motor. Assim, essa água deveria passar pelo processo de tratamento de esgoto antes de ser lançada no Rio, o que não ocorre, já que a lavagem ocorre diretamente nas suas margens.

Assim, a proposta é que a tecnologia, nomeada *Pollution Click*, auxilie à comunidade no sentido de conhecer melhor o Rio, mas também de atuar como co-responsável pela proteção contra a sua poluição, uma vez que após identificar a área prejudicada por atos irregulares, o usuário poderá, por meio do preenchimento de denúncia, fornecer informações acerca da localização e tipo de poluição. Na interface do aplicativo é disponibilizada área, onde ao clicar, o aplicativo executa acesso à câmera, cuja foto ou vídeo pode ser adicionada para completar a denúncia. Observe que a distância entre o usuário do aplicativo e o praticante da poluição pode ser tal que o usuário não precisa ser identificado, o qual poderá finalizar o processo solicitando anonimato.

Com a análise dos requisitos e funcionalidades estabelecidas, dados coletados e identificação dos possíveis órgãos parceiros, definiu-se a estrutura do *app*, gerando o mínimo produto viável (MPV) descrito a seguir. Sua estrutura foi estabelecida no sentido de obter uma ótima usabilidade, ou seja, em uma fácil adaptação do usuário com o *app*, cuja formatação e *Layout* priorize a acessibilidade. Nesse caso, a primeira interação ocorre por meio da opção de “cadastro” (obrigatório para o uso) (Figura 2). Destaca-se que as alterações no *app* foram sendo introduzidas a medida que foi apresentado aos usuários, conforme descrito na metodologia.

Figura 2: Tela inicial e de cadastro do aplicativo.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Após o cadastro, aparecerá um menu inicial onde o usuário poderá escolher entre as opções 1 a 3 (Figura 3 a 5):

1) Identificar área: O usuário irá inserir dados sobre a sua localização no mapa por forma de texto, áudio ou com o auxílio da ferramenta de GPS incluída no *app*. Em seguida, o usuário irá encontrar um espaço onde terá as seguintes opções:

- **Dados** – Onde estão disponíveis informações sobre as condições de balneabilidade da água na área onde o usuário se encontra. Além disso, obterá informações sobre o nível da água, fauna característica, se a área é caracterizada como APP (Área de Preservação Permanente) e qual o Órgão responsável naquele local (Figura 3).
- **Denúncia anônima** – Neste campo, o usuário poderá optar pela denúncia anônima, apenas confirmando por meio de clique em local indicado e a sua identidade não será revelada. Assim, o usuário poderá proceder com a denúncia normalmente (em **Denuncie Aqui**) após selecionar este campo sem que seja identificado (Figura 3).
- **Denuncie Aqui** - Onde o usuário poderá fazer a denúncia através texto e também de vídeo (MP4) ou foto (jpg) produzidos em tempo real ou ainda de arquivos anexados, permitindo descrever a situação e enviar o texto. Também obterá informações sobre contato telefônico para os casos em que opte por ligar para o Órgão competente (Figura 3).

2) Suas Denúncias: Ficarão arquivadas todas as denúncias realizadas pelo usuário (Figura 4).

- **Histórico de Denúncias** - Neste campo o usuário terá o histórico da quantidade de denúncias feitas, com indicação do local, e assim saber se há reincidência dos atos praticados (Figura 4).

Figura 3: Menu Inicial, tela de identificação da área e denúncia.



Fonte: Autoria própria, 2021

Figura 4: Tela com exemplo de arquivos de denúncias do usuário e históricos de denúncias da área desejada.



Fonte: Autoria própria, 2021.

3) Informações: Informações sobre os órgãos responsáveis e o que é atribuído a cada uma dessas entidades (Figura 5).

Figura 5: Tela de informações sobre os órgãos responsáveis e agradecimento após denúncia.



Fonte: Autoria própria, 2021

Ao final, o *Pollution Click* demonstrou constituir uma tecnologia promissora, principalmente considerando o seu potencial para minimizar os impactos ambientais negativos ao Rio São Francisco, nas imediações de Juazeiro-BA e Petrolina-PE. Tal tecnologia também contribui auxiliando os Órgãos de Fiscalização Municipais, Estaduais e Federais, além de um grande aliado

na conscientização ambiental da comunidade. Desse modo, espera-se que surjam parcerias no sentido de torná-lo uma realidade em horizonte de curto ou médio prazo.

4. Conclusão

Não foram identificados RPCs a partir do estudo prospectivo na base de dados do INPI, nem PCs na base de *softwares* públicos, agregando o caráter de novidade ao *app Pollution Click*. Além disso, conforme descrito, sua usabilidade torna-o particularmente favorável a sua ampla utilização.

Apesar de Juazeiro-BA e Petrolina-PE, localizadas no Sertão da Bahia e de Pernambuco, respectivamente, terem, historicamente, suas economias baseadas nas águas do Rio São Francisco, conforme discutido nesse texto, ainda se verificam atrasos e fragilidades tanto em termos de desenvolvimento de tecnologias como em relação à fiscalização de tal riqueza. As evidências estão nos constantes atos que geram poluição do mesmo, sem que sejam implantadas medidas efetivas de conscientização ambiental e, se necessário, medidas punitivas para evitar reincidências.

Nesse contexto, a mesma população que se beneficia do Rio São Francisco é que acaba contribuindo para sua degradação. Ademais, reconhecendo as limitações de recursos para fiscalização, tecnologias, como o *Pollution click*, surgem como alternativas promissoras no combate à poluição, o qual pode servir de referência para novos desenvolvimentos.

Acrescenta-se, como perspectivas, estudos sobre a consciência da população com relação aos atos praticados em prejuízo do Rio de modo a nortear planos de ação mais efetivos no combate à sua poluição. Além disso, espera-se que o *Pollution click* sirva de referência para novas aplicações em outras áreas ou municípios, ou mesmo novas tecnologias voltadas para abordagem dos Resíduos Sólidos Urbanos, Limpeza Urbana, Vigilância Sanitária, entre outros.

Referências

AMMA – Agência Municipal de Meio Ambiente. 2021. Disponível em: <https://amma.petrolina.pe.gov.br/>. Acesso em: 27 ago. 2021.

BARBOSA, Patrícia da Silva. **Monitoramento e modelagem da qualidade da água no submédio São Francisco**. 2020. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro-BA, 2020.

BORGES, José Carlos. **Esgoto é jogado diretamente no Rio São Francisco pelos prédios e estabelecimentos como bares e restaurantes em Petrolina, PE**. Blog do Zé Carlos Borges . Juazeiro-BA , 2016. Disponível em: <http://blogzecarlosborges.blogspot.com/2016/11/esgoto-e-jogado-diretamente-no-rio-sao.html>. Acesso em: 28 mai. 2021.

BRASIL. Legislativo. LEI n. 9.433., 08 de Janeiro de 1997. **Diário Oficial da União**. Brasília. Disponível:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm#:~:text=LEI%20N%209.433%2C%20DE%208%20DE%20JANEIRO%20DE%201997.&text=Institui%20a%20Política%20Nacional%20de,o%20inciso%20XIX%20do%20art.&text=1%20da%20Lei%20n%208.001,28%20de%20dezembro%20de%201989. Acesso em: 18 mai. 2021.

BRASIL. Legislativo. LEI n. 6.938, 31 de Agosto de 1981. **Diário Oficial da União**. Brasília.

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm#:~:text=§%201%20-%20Sem%20obstar%20a,terceiros%2C%20afetados%20por%20sua%20atividade. Acesso em: 18 mai. 2021.

BRASIL, Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 04 mai. 2021.

BRASIL. Lei nº 1.199, de 06 de dezembro de 2002. Institui o Código Municipal de Meio Ambiente. **Leis Municipais**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pe/p/petrolina/lei-ordinaria/2002/119/1199/lei-ordinaria-n-1199-2002-institui-o-codigo-municipal-de-meio-ambiente>. Acesso em: 03 mai. 2021.

BRASIL, Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI. 2021a. Disponível em: www.inpi.gov.br. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Portal do Software Público Brasileiro. 2021b. Disponível em: https://softwarepublico.gov.br/social/search/software_infos. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRUNELLI, A. I. P.; HILGENBERG, V. K. **Desenvolvimento de mínimo produto viável comercial de uma pipoqueira do tipo vending machine**. 2018. 137 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2018.

CASTRO, C. N.; PEREIRA C. N. Revitalização do rio São Francisco. Repositório IPEA. Boletim regional, urbano e ambiental. jul.-dez. 2017.

CONDEMA - Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente. 2021. Disponível em: <https://www.witmarsum.sc.gov.br/estruturaorganizacional/hotsite/index/codHotsite/2555>. Acesso em: 20 ago. 2021.

CONAMA (Brasil). **Departamento do Sistema Nacional do Meio Ambiente** - Dsisnama (ed.). Resolução CONAMA 357/05. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 18 maio 2021.

CONAMA (Brasil). **Departamento do Sistema Nacional do Meio Ambiente** - Dsisnama (ed.). Resolução CONAMA 357/05. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 18 maio 2021.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JÖNSSON, C., JÖNSSON, A. S..The influence of degreasing agents used at car washes on the performance of ultrafiltration membranes. **Desalination**, v. 100, p. 115-123. 1995.

MELO, M. do S. R. de; SOUSA, L. A. de; SAMPAIO, M. do C. de. O Impacto Ambiental nas Margens do Rio Parnaíba pela Prática de Lavagem de Carros na Zona Norte na Avenida Maranhão de Teresina-PI. **Fazeres em Pesquisa e Escrita: Revista Interdisciplinar**, Teresina, v. 1, n. 1, p.

36-51, 2021.

MIGUEL, P. A. C. (org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, ISBN 9788535291346, 2010.

NNANE, D. E.; EBDON, J.; Taylor, H. D. Integrated analysis of water quality parameters for cost-effective faecal pollution management in river catchments. **Water Research**, v. 45, n. 6, p. 2236-2246. 2011.

PERES, Janaina de Moraes. **Avaliação da qualidade da água do Rio São Francisco nos municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA**. 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco Centro de Tecnologia e Geociências, Recife-Pe, 2012.

PRIETO, L. A. E. **Sistema de Modelo Fitogeográfico da Bacia do Rio Grande**. 2018. [BR 51 2018 000584 5].

REGIMENTO CMMA, DECRETO N° 008/2010. Aprova o Regimento Interno do Conselho Municipal de Meio Ambiente – CMMA do Município de Juazeiro-BA. Disponível em: <http://ba.portaldatransparencia.com.br/prefeitura/juazeiro/?pagina=abreDocumento&arquivo=31ED005B88>. Acesso em: 27 ago. 2021.

SANTOS, A. C. M. **Análise da poluição hídrica do Rio São Francisco no município de Piranhas – AL: prática de educação ambiental no ensino fundamental**. 2019. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Curso de Geografia, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2019.

SCOLFORO, J. R. S.; PRIETO, L. A. E.; CAMPOS, S. R. de S. **Sistema de Modelo Fitogeográfico da Bacia do Rio Grande**. 2016. [BR 51 2016 001063 0].

SOUZA, H. P. de; OLIVEIRA, W. T. G. H. de; SANTOS, J. P. C.; TOLEDO, J. P.; FERREIRA, I. P. S.; ESASHIKA, S. N. G. S. Doenças infecciosas e parasitárias no Brasil de 2010 a 2017: aspectos para vigilância em saúde. **Revista Panamericana de Salud Pública**. v. 44, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/rpsp/2020.v44/e10/>. Acesso em: 27 ago. 2021.