

## XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

### **AQUAMEAÇA: APLICATIVO ANDROID PARA IDENTIFICAÇÃO E MONITORAMENTO DE AMEAÇAS A ECOSISTEMAS AQUÁTICOS**

*Pedro William de Oliveira Vieira*<sup>1</sup>; *Leonardo Silva de Oliveira*<sup>2</sup>; *Rodrigo Cadeira Soares*<sup>3</sup>;  
*Humberto Beltrão da Cunha Júnior*<sup>4</sup>; *Evaldo de Lira Azevêdo*<sup>5</sup> & *Suênia Santos*<sup>6</sup>

**RESUMO** – Em virtude dos problemas de conservação relacionados a ecossistemas aquáticos, como assoreamento, uso de agrotóxicos, entre outros, a necessidade de identificação e monitoramento desses fatores torna-se cada vez maior. Este trabalho propôs uma forma de monitoramento de ameaças a esses ecossistemas através da utilização de uma aplicação Android utilizando técnicas de gamificação para promoção da consciência ambiental. Em sua finalização, o aplicativo permite a identificação das principais ameaças existentes em um ecossistema aquático, assim como o registro de novas ameaças, as quais podem ser inseridas no sistema. A aplicação também objetiva a sensibilização ambiental, a qual é promovida a partir de um *quiz* sobre ameaças ambientais, presente no próprio aplicativo. A ferramenta foi testada por estudantes do ensino técnico em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. A grande maioria dos estudantes relatou não apresentar dificuldades para utilização do aplicativo, também afirmando que tal ferramenta pode ser eficiente para o monitoramento de ecossistemas aquáticos. Com o desenvolvimento do referido aplicativo, fica claro que o registro dos fatores que levam à degradação desses ambientes poderá ser feito de forma descentralizada, contribuindo para a preservação de tais ecossistemas através do monitoramento participativo.

**ABSTRACT**– Due to conservation issues related to water ecosystems such as siltation and the usage of agrochemicals to name a few, the need to identify and monitor these factors increases more and more. This paper proposed a way of supervising threats to water environments using an implemented Android app equipped with gamification aspects to promote environmental awareness. In its completion, the application allows the main threats to water ecosystems to be identified, as well as their registration to be performed to the system. The goal has also consisted of the development of environmental consciousness, that is achieved by a quiz about environment threats inserted into the app itself. Tests were performed by computer technical course students from Federal Institute of Education, Science, and Technology of Ceará. Most of the users have not found any trouble on using the app and have also agreed that the app is efficient for monitoring aquatic environments. Thus, the developed tool states that the register of issues which lead to the ruin of water ecosystems may be

1) Instituto Federal do Ceará – campus Cedro; Alameda José Quintino, s/n, CEP: 63400-000, Cedro/CE; (88) 9 9291-6083, pedrowilliampesquisador@gmail.com

2) Instituto Federal do Ceará – campus Cedro, Alameda José Quintino, s/n, CEP: 63400-000, Cedro/CE, (88) 9 9731-3825, leonardosilvagta@gmail.com

3) Instituto Federal do Ceará – campus Cedro, Alameda José Quintino, s/n, CEP: 63400-000, Cedro/CE, (88) 9 9849-9254, rodrigo.soares0642@gmail.com

4) Instituto Federal do Ceará – campus Cedro, Alameda José Quintino, s/n, CEP: 63400-000, Cedro/CE, (81) 9 9907-4393, humbertobeltrao@gmail.com

5) Instituto Federal da Paraíba – campus Cajazeiras, Rua José Antônio da Silva, nº 3000, CEP: 58900-000, Cajazeiras/PB, (88) 9 9811-7192, evaldoazevedo@yahoo.com.br

6) Instituto Federal da Paraíba – campus Cajazeiras, Rua José Antônio da Silva, nº 3000, CEP: 58900-000, Cajazeiras/PB, (88) 9 9811-7192, suenias549@gmail.com

performed by means of a decentralized way, which contributes to the conservation through participatory monitoring.

**Palavras-Chave** – Conservação de ecossistemas aquáticos; identificação e registro de ameaças; aplicação Android.

## 1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos desempenham um papel essencial, não apenas para a preservação da biodiversidade, mas, inclusive, para a sobrevivência humana. Essa importância se dá, pois, além da relação de dependência que existe entre esses ambientes e a sobrevivência de milhões de espécies de animais e vegetais, esse ecossistema representa a principal fonte de recurso indispensável à vida humana: a água [Cirilo *et al.* (2008)]

Cada vez mais aumentam os registros de ameaças provenientes da ação antrópica a esses ambientes. Fatores como o uso de agrotóxicos, queimadas, pesca predatória, agricultura e até mesmo a descarga de lixo ou esgoto nas proximidades de ecossistemas aquáticos [Azevêdo (2018)], acabam colocando em risco não apenas a existência de espécies da fauna e flora, mas sobretudo da qualidade da água, impactando, conseqüentemente, vilas e comunidades que dependem de atividades ribeirinhas para sobreviver.

O monitoramento dessas ameaças atualmente é feito por entidades reguladoras, responsáveis pelo seu levantamento e análise. Contudo, essa forma de monitoramento não constitui a maneira mais eficiente, pois fica restrito a agências de controle, sendo muitas vezes difícil catalogar as diversas ameaças e analisá-las em tempo hábil. É nesse sentido que uma educação ambiental crítica em conjunção com um monitoramento descentralizado, sobretudo o monitoramento participativo, feito por meio da tecnologia da informação, se mostram ferramentas promissoras na conservação de ambientes aquáticos [Buss *et al.* (2008)].

Dessa forma, esta pesquisa buscou desenvolver uma ferramenta de monitoramento participativo de ameaças a conservação de ambientes aquáticos, por meio de uma aplicação Android para dispositivos móveis. Especificamente, espera-se que a partir da aplicação proposta, a educação ambiental por meio do monitoramento participativo seja fomentada, bem como que os registros de fatores que representem algum perigo a ambientes aquáticos também sejam realizados, ampliando assim o monitoramento já efetuado por agências gestoras.

## 2. METODOLOGIA

Para o levantamento de ameaças aos ecossistemas aquáticos, foram realizadas pesquisas em artigos, teses e dissertações [ex.: Gill *et al.* (2011); Barbosa *et al.* (2012); Cirilo (2008); Azevêdo *et al.* (2017); Azevêdo (2018)]. Considerando o contexto local, foram priorizadas, para serem incluídas no aplicativo, aquelas ameaças mais frequentes em ecossistemas aquáticos do semiárido brasileiro. Além disso, o teste do aplicativo fora realizado, em um primeiro momento, em ecossistema localizado nessa região (semiárido). Além do levantamento bibliográfico realizado, a ideia de catalogar ameaças como Agrotóxicos e Agricultura, por exemplo, foi uma iniciativa da Companhia e Gestão de Recursos Hídricos (COGERH) do estado do Ceará, parte interessada no projeto. Sendo assim, as principais ameaças analisadas foram:

**I. Lixo ou esgoto:** Rios, lagos, reservatórios e oceanos acabam sendo utilizados como ambientes de descarte de lixo ou despejo de esgoto. Como formas de lixo, estão incluídas as sacolas plásticas, garrafas pet, latinhas de bebidas, ou materiais descartados por serem considerados sem uso. Esgotos lançados em rios pelas cidades trazem produtos provenientes das descargas de banheiros, resíduos provenientes de cozinhas ou mesmo poluentes vindos de indústrias [Smith *et al.* (1999)].

**II. Desmatamento:** O desmatamento é um processo de destruição da vegetação natural (nativa) de uma região e pode provocar desertificação de áreas, assoreamento de rios e reservatórios, além da destruição de áreas onde vivem espécies de animais e plantas [Fremier *et al.* (2015)]. A vegetação não pode ser retirada das margens dos rios e reservatórios, uma vez que ela reduz o assoreamento e ajuda a manter a água com boa qualidade, além de muitos outros benefícios.

**III. Pesca excessiva:** Para que um rio ou reservatório possa continuar fornecendo peixes para a população, é preciso que ocorra um controle da quantidade de pesca em uma área. Se a pesca estiver ocorrendo com muita frequência, provavelmente chegará um momento em que peixes não poderão ser pescados porque não haverá tempo para que eles se reproduzam.

**IV. Queimadas:** A queima da vegetação é uma prática realizada para preparar o solo para a renovação de pastagens ou para agricultura, mas também pode ser realizada de forma criminosa. O IBAMA pode permitir a realização de queimadas quando essas respeitam qualificações técnicas. Contudo, em algumas áreas, a realização de queimadas é proibida, como nas margens de rios e reservatórios. Queimadas, empobrecem o solo, aumentam o assoreamento de corpos aquáticos e destroem áreas onde vivem diversas espécies.

**V. Espécies exóticas:** Considera-se como espécie exótica qualquer ser vivo que não seja natural de uma determinada área. Considerando rios e reservatórios, muitas espécies de peixes, crustáceos e moluscos vindas de outras áreas do planeta têm sido introduzidas no ecossistema

brasileiro [Attayde *et al.* (2011)]. Essas espécies podem causar muitos danos aos rios e reservatórios, podendo, inclusive, reduzir a quantidade de peixes e outras espécies.

**VI. Retirada excessiva de água:** A água é um bem precioso e que todos os seres vivos precisam para viver. Por isso, é necessário que seu uso seja feito de forma racional.

**VII. Agrotóxico:** A utilização de agrotóxicos nas proximidades de ambientes aquáticos pode comprometer a qualidade da água. Apenas 0,1% do agrotóxico aplicado nas lavouras atinge as espécies praga; os 99,9% restantes podem alcançar os corpos hídricos. Assim, as altas concentrações de agrotóxico na água podem causar doenças aos seres humanos e demais seres vivos, principalmente os aquáticos.

**VIII. Agricultura:** As áreas próximas às margens de qualquer ecossistema aquático são protegidas por lei, pois são classificadas como Áreas de Preservação Permanentes (Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012). Assim, nesses terrenos não podem ser desenvolvidas atividades como a agricultura. O desenvolvimento de atividades agrícolas nas proximidades de rios e açudes causa problemas como poluição, desmatamento e assoreamento.

O desenvolvimento do aplicativo foi realizado na plataforma *Thunkable*. Esta ferramenta consiste em um construtor *online* de aplicações para dispositivos móveis com aparência nativa e recursos interativos na plataforma Android. Por ser *drag-and-drop* (arrastar e soltar), a abordagem de programação em blocos do *Thunkable* fornece um alto nível de abstração durante o desenvolvimento, permitindo que o desenvolvedor possa focar apenas na lógica da aplicação propriamente dita.

De modo a efetivar os registros de uma determinada ameaça, o aplicativo leva o usuário a responder a perguntas acerca dos fatores de risco mais comuns. A ideia consiste em fornecer um caminho para a construção da sensibilização ambiental por meio de um jogo de perguntas e respostas, o AQUAQUIZ. As perguntas são feitas sobre cada ameaça de forma individual, permitindo que o usuário acumule pontos para se tornar um AQUAFISCAL, o que o torna apto a registrar no aplicativo a ameaça em questão.

Os registros realizados por meio do AQUAMEAÇA são enviados para uma base de dados, com o intuito de permitir que órgãos e agências gestoras possam analisar e identificar as ameaças mais frequentes, bem como onde elas estão acontecendo. Como também são armazenadas informações sobre a data e hora do registro, traçar o perfil de ameaças que acontecem com mais frequência em um determinado período constitui uma análise útil, pois pode permitir que ações proativas de conservação venham a ser tomadas.

### 3. EXPERIMENTOS E RESULTADOS

O AQUAMEAÇA busca atuar na sensibilização ambiental por meio do monitoramento participativo. Essa ideia é construída utilizando aspectos de gamificação que consistem em técnicas utilizadas em jogos para a promoção o engajamento e resolução de problemas em contextos diversos [Santos *et al.* (2016)]. No que se refere a este projeto, a gamificação é contemplada através do AQUAQUIZ: um módulo de perguntas e respostas sobre determinada ameaça, e que promove o usuário à categoria de AQUAFISCAL com base nos acertos, como observado nas partes a) e b) da figura 1.



Figura 1 - a) Interface do AQUAQUIZ com perguntas sobre Desmatamento. b) Interface do resultado final do jogo com a promoção do usuário à categoria de AQUAFISCAL, habilitando-o ao registro de ameaças do tipo Desmatamento

Após sua conclusão, o aplicativo foi apresentado à comunidade acadêmica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Cedro. O aplicativo foi apresentado com relação a sua interface e funcionalidade de Registro de Ameaças conforme as partes a) e b), respectivamente, da figura 2.

Em se tratando da possibilidade de se cadastrar uma ameaça ainda não catalogada pelo aplicativo, o usuário conta com a funcionalidade ilustrada na figura 3.

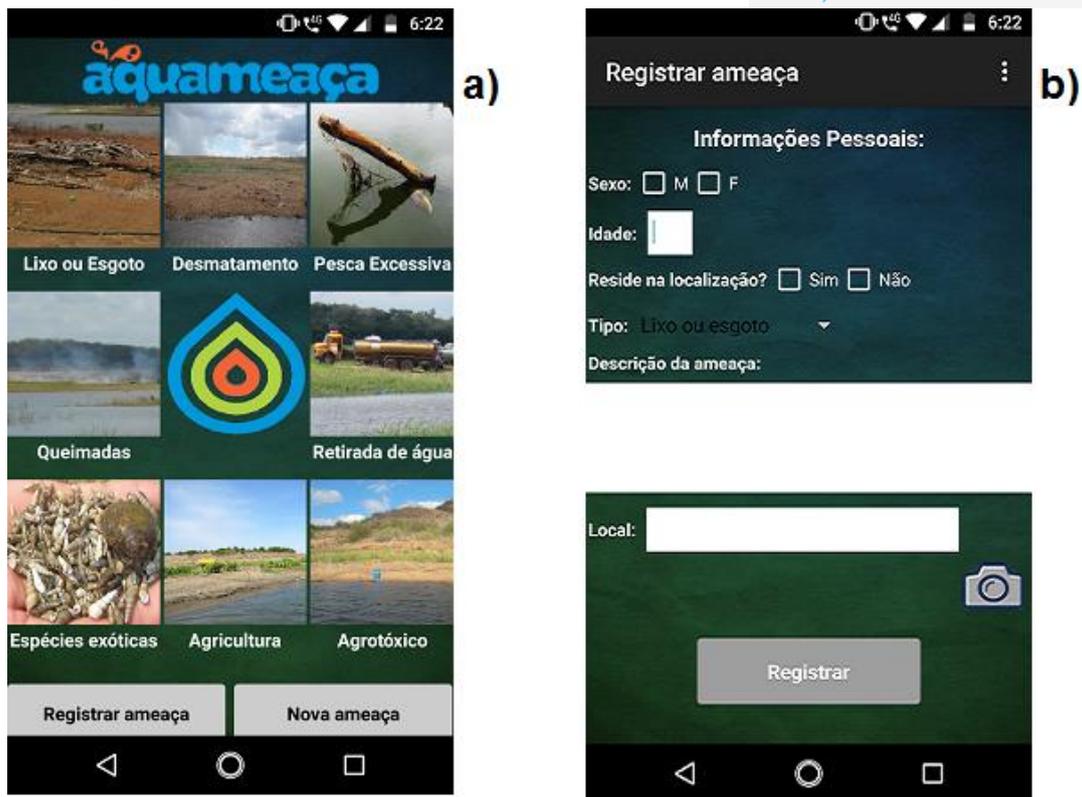


Figura 2 - a) Interface do AQUAMEAÇA com as ameaças mais comuns. b) Interface da funcionalidade de Registrar Ameaça.



Figura 3 – Interface da funcionalidade de Cadastro de uma nova ameaça.

Um experimento também foi realizado nos moldes de em uma oficina que se deu nos dias 24 e 25 de maio de 2018, com a participação de 12 estudantes do curso Integrado em Informática do mesmo campus.

No primeiro dia da oficina foi apresentada aos participantes, de forma expositiva, a necessidade de conservação dos ecossistemas aquáticos e a importância que eles representam conforme a figura 4 a). Nesse mesmo dia também foi realizada a elaboração de um aplicativo simples, como forma de exercício, utilizando a plataforma *Thunkable*. O exercício foi feito nos moldes do AQUAMEAÇA, ou seja, utilizou componentes semelhantes aos que foram utilizados no projeto, e teve como intenção fomentar nos alunos a ideia de que ferramentas relativamente simples, do ponto de vista de tecnologia, podem resolver problemas de grande relevância na sociedade, sem que para isso uma solução complexa seja necessária.

No segundo dia de oficina foi realizado o teste do aplicativo. Os estudantes foram conduzidos para o açude Ubaldinho (bacia do Rio Salgado, município de Cedro – CE, latitude - 6.570319 e longitude -39.234384), reservatório que abastece a cidade de Cedro - CE, onde realizaram os testes. Foi realizada uma caminhada em uma das margens do reservatório para que os estudantes fizessem observações do ecossistema e registrassem as ameaças que pudessem detectar como observado na figura 4 b).

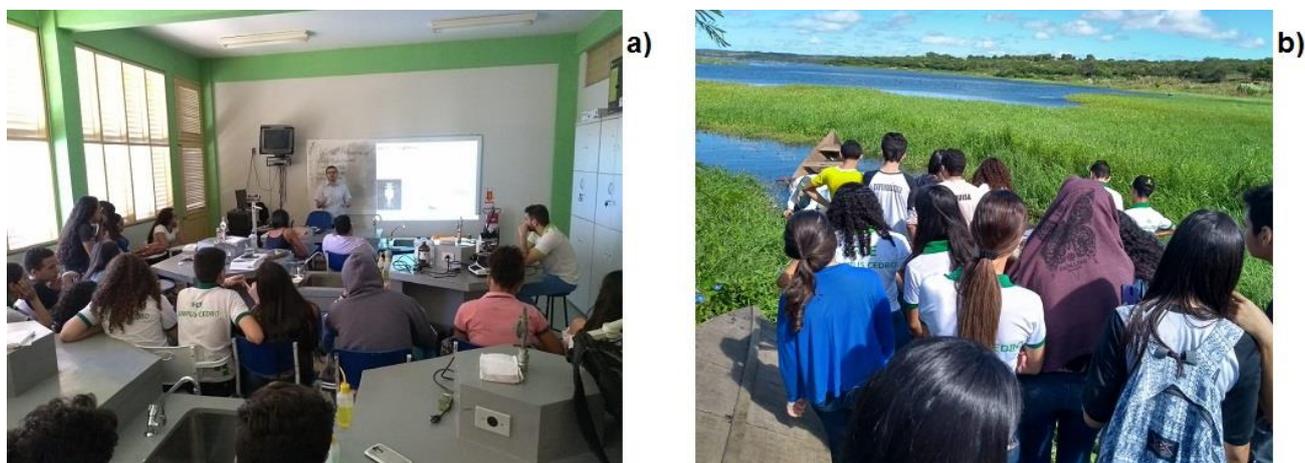


Figura 4 – a) Oficina de conservação ambiental e apresentação do AQUAMEAÇA à comunidade acadêmica.  
b) Teste de campo para realização dos registros às margens do açude Ubaldinho, Cedro/CE.

Durante a realização do experimento ilustrado na parte b) da figura 4, das oito ameaças apresentadas na tela do AQUAMEAÇA, quatro delas foram registradas pelos participantes em apenas um dia de teste. Essas ameaças foram: desmatamento, agrotóxico, agricultura e lixo ou esgoto. No caso do registro feito a respeito do uso de agrotóxicos, foi verificado que o uso desses defensivos agrícolas tem ocorrido em virtude das plantações de milho e feijão nas proximidades do açude,

comuns na região. As ameaças foram devidamente armazenadas em um banco de dados cuja ilustração pode ser observada na figura 5, e que, como mencionado, poderá servir de insumo para órgãos de controle e agências gestoras.

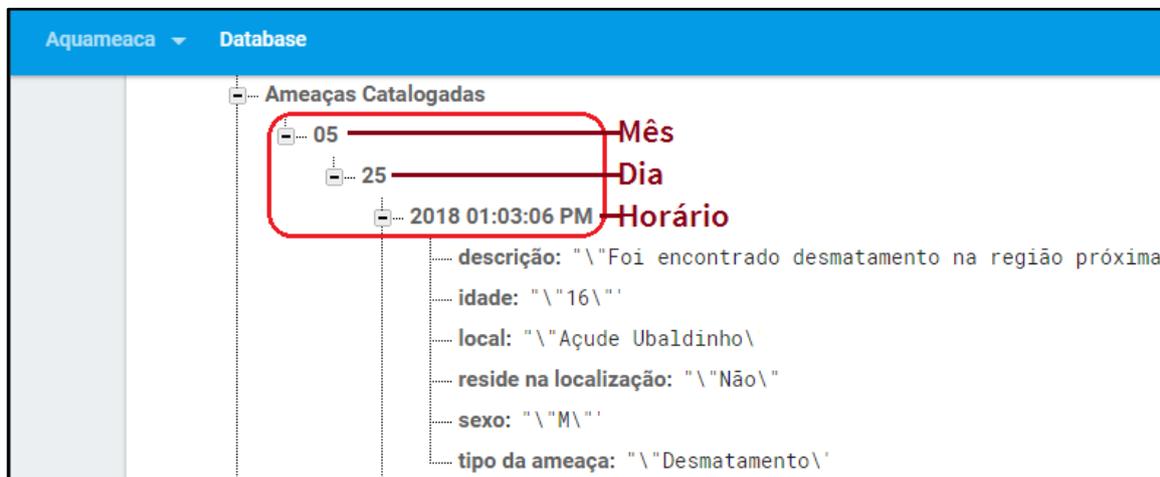


Figura 5 - Tela da base de dados com a estrutura do registro/cadastro de ameaças.

A região onde os testes foram realizados também costuma reunir pescadores, que descartam objetos pelo local, como garrafas e latinhas, contribuindo para existência de lixo na localidade, ameaça que também foi registrada por meio do aplicativo.

De modo a avaliar a opinião dos participantes com relação ao uso do AQUAMEAÇA, uma avaliação qualitativa foi realizada. Uma das questões analisadas foi quanto ao uso anterior de alguma ferramenta de monitoramento e conservação de ambientes aquáticos por parte dos participantes. Mais de 90% disse não ter utilizado alguma ferramenta nesse contexto, como observado na figura 6.

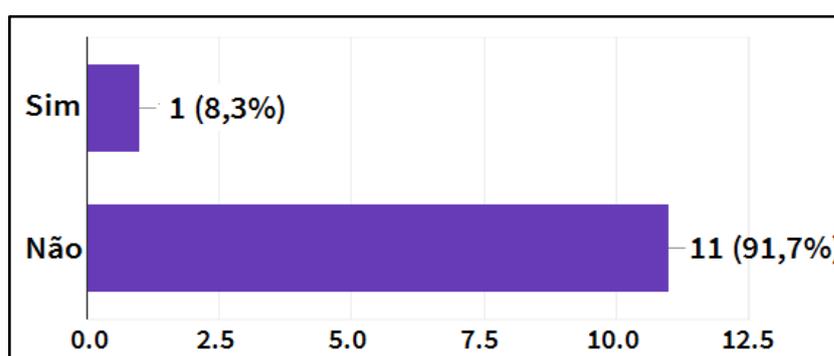


Figura 6 - Gráfico da utilização prévia de ferramentas de conservação e monitoramento.

Sendo assim, buscou-se avaliar se alguma dificuldade foi encontrada na utilização do AQUAMEAÇA. Mais de 90% dos estudantes responderam que não existe dificuldade para a manipulação do aplicativo, o que corrobora para o uso do aplicativo como ferramenta promissora no auxílio da conservação de ecossistemas aquáticos.

A avaliação também procurou coletar a opinião dos participantes quanto à utilização do AQUAMEAÇA como ferramenta de apoio ao monitoramento e conservação de ambientes aquáticos. Com relação a essa utilização, foi perguntado se o entrevistado, particularmente, utilizaria o AQUAMEAÇA (figura 7 a)), bem como a respeito do potencial de contribuição que o aplicativo proporciona (figura 7 b)).

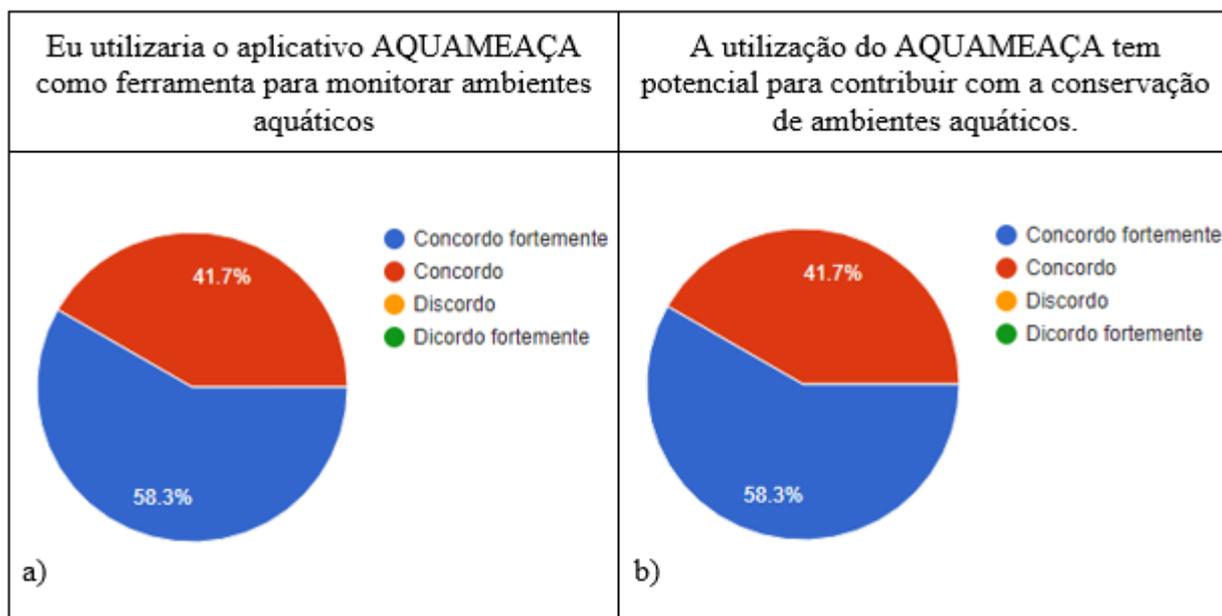


Figura 7 - a) Gráfico da utilização do AQUAMEAÇA como ferramenta de monitoramento e conservação. b) Potencial de contribuição do AQUAMEAÇA no monitoramento e conservação.

Em ambos os casos, 100% dos participantes não só disseram que utilizariam o aplicativo, mas concordaram que ele tem potencial para contribuir com a conservação de ecossistemas aquáticos.

De forma semelhante à última pergunta, os participantes do teste de campo também foram questionados quanto ao auxílio a órgãos governamentais e agências gestoras que o AQUAMEAÇA poderia oferecer. A pergunta, também de cunho subjetivo, obteve 100% das respostas de modo afirmativo, reforçando a viabilidade do aplicativo no contexto de conservação de ambientes aquáticos.

Sendo assim, de maneira geral, pode-se concluir que mesmo sendo desenvolvido com o intuito de ampliar a atuação de órgãos e agências gestoras, o monitoramento participativo, presente em tecnologias de caráter interdisciplinar como o AQUAMEAÇA, assumem um forte papel social: a construção de uma sociedade cujas ações são orientadas por uma educação ambiental crítica. E em se tratando de um bem como a água, iniciativas que promovam a formação de senso de conservação tornam-se ainda mais urgentes.

**AGRADECIMENTOS** – Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – campus Cedro pelo suporte e infraestrutura necessários para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ATTAYDE, J. L.; BRASIL, J.; MENESCAL, R. A. (2011). *Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil*. Fisheries Management and Ecology 18 (6), pp. 437-443.
- AZEVEDO, E. L. et al. (2017). *Application of a statistical model for the assessment of environmental quality in neotropical semi-arid reservoirs*. Environmental monitoring and assessment 189 (2), pp. 1-13.
- AZEVEDO, E. L. (2018). *Macroinvertebrados Bentônicos e Percepção Sobre a Qualidade da Água por Populações do Entorno dos Reservatórios (Açudes) no Semiárido*. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE Fevereiro de 2018, pp. 1 – 171.
- BARBOSA, J. E. L. et al. (2012) *Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management*. Acta Limnologica Brasiliensia 24 (1), pp. 103-118.
- BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. B.; BAPTISTA, D. F. (2008). *Monitoramento Biológico de Ecossistemas Aquáticos Continentais*. Oecol. Bras. 12 (3), pp. 339-345.
- CIRILO, J. A. (2008). *Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido*. Estudos avançados 22 (63), pp. 61-82.
- FREMIER, A. K. et al. (2015). *A riparian conservation network for ecological resilience*. Biological Conservation 191, pp. 29-37, 2015.
- GILL, S. S.; LANZA, Guy R.; RAST, W. (2011). *Eutrophication: Causes, consequences and control*.
- SANTOS, M. L.; SOUZA, R.; SILVA, M. C. MEIO. (2016) *M-learning, social networks and gamification for environmental education*. IEEE 8<sup>th</sup> Euro American Conference on Telematics and Information Systems, pp. 1-8.
- SMITH, V. H.; TILMAN, G. D.; NEKOLA, J. C. (1999). *Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems*. Environmental pollution 100 (1-3), pp. 179-196.