

## VIII-690 – MONITORAMENTO HÍDRICO PARTICIPATIVO: UM EXEMPLO DA APLICAÇÃO DA CIÊNCIA CIDADÃ NA BACIA DO RIO DOCE

### **Vera Lúcia de Miranda Guarda** <sup>(1)</sup>

Farmacêutica Industrial pela Escola de Farmácia da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. Mestre Ciências Farmacêuticas pela Faculdade de Farmácia da UFGRS. Doutora em Ciências Farmacêuticas pela Université Joseph Fourier de Grenoble - França). Especialista em Empreendedorismo e Inovação pela UFOP. Consultora da UNESCO BRASIL.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua turquesa, 340 B. Iguaçú - Ipatinga - MG - CEP: 35162-043 - Brasil - Tel: (31) 984465153 - e-mail: [veraguarda2@gmail.com](mailto:veraguarda2@gmail.com)

### **Flaviane Cristina Silva** <sup>(2)</sup>

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP. Engenheira de Segurança do Trabalho pela PUC Minas. Mestre em Tecnologias ambientais - PROAMB - UFOP. Especialista em Mineração e Meio Ambiente pela Faculdade Única. Consultora da UNESCO BRASIL.

Rua Cristalina, 265, Veneza II, Ipatinga, MG - CEP: 35164-288 - Brasil - Tel.:(31)98587-2191 - email: [flaviane.engambiental@gmail.com](mailto:flaviane.engambiental@gmail.com)

### **Jéssica Macedo do Bem** <sup>(3)</sup>

Biomédica pela Faculdade Única de Ipatinga. Especialista em Qualidade e Segurança dos Alimentos pela Faculdade Unyleya. Responsável pelo Laboratório Sanar A3.

**Endereço** <sup>(3)</sup>: Avenida Itália, 3226 B. Cariru - Ipatinga - MG - CEP: 35160-115 - Brasil - Tel: (31) 971331856 - e-mail: [jessicamdobem@gmail.com](mailto:jessicamdobem@gmail.com)

### **Glauco Kimura de Freitas** <sup>(4)</sup>

Biólogo pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ecologia pela Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Especialista em Manejo e Conservação de Áreas Protegidas pela Universidade Estadual do Colorado e em Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas pela UNESCO-IHE – Delft. Oficial de Projetos de Ciências Naturais da UNESCO BRASIL.

**Endereço** <sup>(5)</sup>: AOS 7 Bloco F apto 202. Octogonal, Brasília – Distrito Federal. - CEP: 70.660-076 - Brasil - Tel: (61) 99907-4503 - e-mail: [g.kimura@unesco.org](mailto:g.kimura@unesco.org)

### **Brigida Gusso Maioli** <sup>(5)</sup>

Graduada em Engenharia Ambiental e Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Espírito Santo, Brasil. Especialista em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Instituto Capixaba de Pesquisa em Contabilidade, Economia e Finanças, FUCAPE, Espírito Santo, Brasil. Gerente Socioambiental da Fundação Renova.

**Endereço** <sup>(6)</sup> –e-mail: [brigida.maioli@fundacaorenova.org](mailto:brigida.maioli@fundacaorenova.org)

## **RESUMO**

A Ciência Cidadã é considerada um movimento recente, que busca estreitar os laços entre a academia e a sociedade na realização de pesquisas científicas. Muito utilizada nas áreas de saúde e meio ambiente, devida a necessidade de levantamentos de dados, hoje essa manifestação vem crescendo e a sociedade participa de uma pesquisa em todas as suas etapas. Com o objetivo de implantar o Monitoramento Hídrico Participativo, um dos projetos do Programa Ciência Cidadã na Bacia do Rio Doce, três comunidades distribuídas nas Regiões do Alto, Médio e Baixo Rio Doce foram indicadas pelo seu Comitê de Bacias, respectivamente, Cava Grande/Marliéria/MG (Bacia do Ribeirão Belém); Tabaúna/Aimorés/MG (Bacia do Rio Manhuaçu) e Vila Regência/Linhares/ES, (Foz do Rio Doce). A metodologia participativa foi empregada. A divulgação e a inscrição no projeto foram realizadas *on-line*. Entre janeiro e agosto de 2022, os cursistas selecionados participaram de aulas teóricas *on-line*. Encontros presenciais nos períodos úmido e seco foram programados. Nas pesquisas de campo aplicou-se o protocolo de avaliação rápida. Amostras de água e sedimentos foram coletadas para determinação do Índice de Qualidade de Água – IQA e do Biomonitoramento e pesquisa de metais e outras substâncias por análises laboratoriais e kits pedagógicos foram realizadas. Os laudos com os resultados foram entregues e discutidos com os cursistas, presencialmente. O interesse deles para entender e

justificar os resultados foi notável, questionando quais atitudes tomarem. O projeto se encerrou dia 21 de agosto de 2022, lançando no mercado 33 agentes ambientais capacitados em monitoramento hídrico participativo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água, Participação social, Educação ambiental, Ciência Cidadã.

## INTRODUÇÃO

Após o rompimento da barragem de Fundão em Mariana, a Bacia do Rio Doce se tornou um universo de estudo muito explorado por cientistas e acadêmicos. Entretanto, os dados obtidos não chegam aos moradores da região de uma forma que tenham a sua compreensão facilitada. Muitas vezes, os termos usados são muito técnicos, o que faz o cidadão desconfiar dos resultados, pela falta da sua compreensão.

A ciência cidadã é considerada uma manifestação que busca aproximar a sociedade da academia e suas produções científicas. Assim, ela permite a sociedade participar de estudos científicos, realizar levantamento de dados, principalmente em questões relacionadas à saúde e ao meio ambiente. (Periódicos de Minas, S./Data). Portanto, ela busca engajar a sociedade na pesquisa científica.

De acordo com Eler Guilherme, 2018, o termo Ciência Cidadã foi usado pela primeira vez em Nova York, em 1989, quando 225 voluntários norte-americanos coletaram amostras de água para uma campanha sobre chuva ácida da National Audubon Society, uma ONG de conservação ambiental. No Brasil, o movimento Ciência Cidadã vem crescendo e reafirmando a importância da participação de qualquer pessoa com interesse por ciência.

Uma das formas de aplicar a Ciência Cidadã é através do Monitoramento Participativo, principalmente quando se quer monitorar qualidade de águas. A participação da sociedade local é essencial e os aspectos mais importantes a considerar são: os integrantes da comunidade são os protagonistas da ação comunitária e são eles que definem os problemas e a forma de solucioná-los; Todas as pessoas têm recursos para compreender e mudar conceitos, adquirir habilidades e atitudes dirigidas a um objetivo determinado; A comunidade esta constituída por individualidades, as quais devem chegar à ação comunitária a partir da geração de capacidades e recursos próprios;

A conformação de grupos e a seleção de participantes em um projeto deve considerar a diversidade de interesses e capacidades de todos os membros da comunidade. As intervenções externas devem respeitar as formas pré-existentes de organização formal ou informal do grupo; A participação social se fundamenta no desenvolvimento das relações de colaboração e ajuda mútua de seus participantes e na resolução dos conflitos de maneira criativa. Os espaços de participação devem propiciar a expressão e a troca de ideias e opiniões entre os diferentes membros da comunidade. (Adaptado de SOARES e SALAZAR, 2006).

Diante do exposto, o presente trabalho visa reportar as ações do Programa Ciência Cidadã na bacia do Rio Doce, através do projeto de Monitoramento Hídrico Participativo – (MHP). Ele apresenta como marco teórico a participação social considerada como condição essencial para a sua realização; a Educação Ambiental que expressa a consciência coletiva; a sustentabilidade dos recursos hídricos, que condiciona o uso e preservação deles para as presentes e futuras gerações e a igualdade de gênero que traduz o direito universal da água.

Ao promover a Ciência Cidadã através da formação de Agentes Ambientais com ênfase em MHP, em três Comunidades da Bacia do Rio Doce buscou-se aplicar a capacitação junto ao público-alvo nessa Bacia em estreita colaboração e articulação com o CBH Doce; empoderar as comunidades para sua realização, visando à segurança hídrica; oferecer competências para melhor compreender um laudo de análise de água, com resultados para parâmetros físico-químicos e biológicos e compará-los com as respectivas especificações regulatórias, além de contribuir para a preservação dos recursos hídricos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O universo do estudo foi definido pelo Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Doce (CBH Doce), que distribuiu os locais do estudo nas regiões do baixo, médio, e alto Rio Doce.

Quinze vagas foram ofertadas por região, e a divulgação do projeto com as informações para inscrição foi realizada por cartazes, via rede social. Cada região contou com o apoio de um membro do Comitê de Bacia do Rio Doce.

As inscrições eram realizadas com o envio de uma mensagem de e-mail, respondendo à pergunta: por que eu quero participar do MHP?

No período de janeiro a agosto de 2022, os cursistas selecionados receberam aulas teóricas *on-line* para sua capacitação e participaram de encontros presenciais para a realização do protocolo de avaliação rápida, coleta de amostras de água e sedimentos para os cálculos, respectivamente, do índice de qualidade de águas e do biomonitoramento, no período úmido. No período seco adicionaram-se as pesquisas de metais e o uso de kits pedagógicos.

As coletas de amostras foram realizadas por laboratório independente nos meses de março e maio de 2022, em quatro pontos de cada sub bacia e os laudos com os resultados das análises foram entregues e discutidos, presencialmente, com os cursistas participantes.

O projeto se encerrou em 21 de agosto de 2022, quando os cursistas que apresentaram no mínimo 75% de frequência e 60% de aproveitamento foram certificados.

## RESULTADOS

As sub bacias recomendadas pelo Comitê de Bacia do Rio Doce foram Ribeirão Belém, Rio Manhuaçu e Foz do Rio Doce, situados respectivamente nos distritos de Cava Grande/Marliéria, Tabáúna/Aimorés em Minas Gerais e Vila Regência/ Linhares no Espírito Santo, representando as respectivas regiões do alto, médio e baixo Rio Doce. (Figura 1).

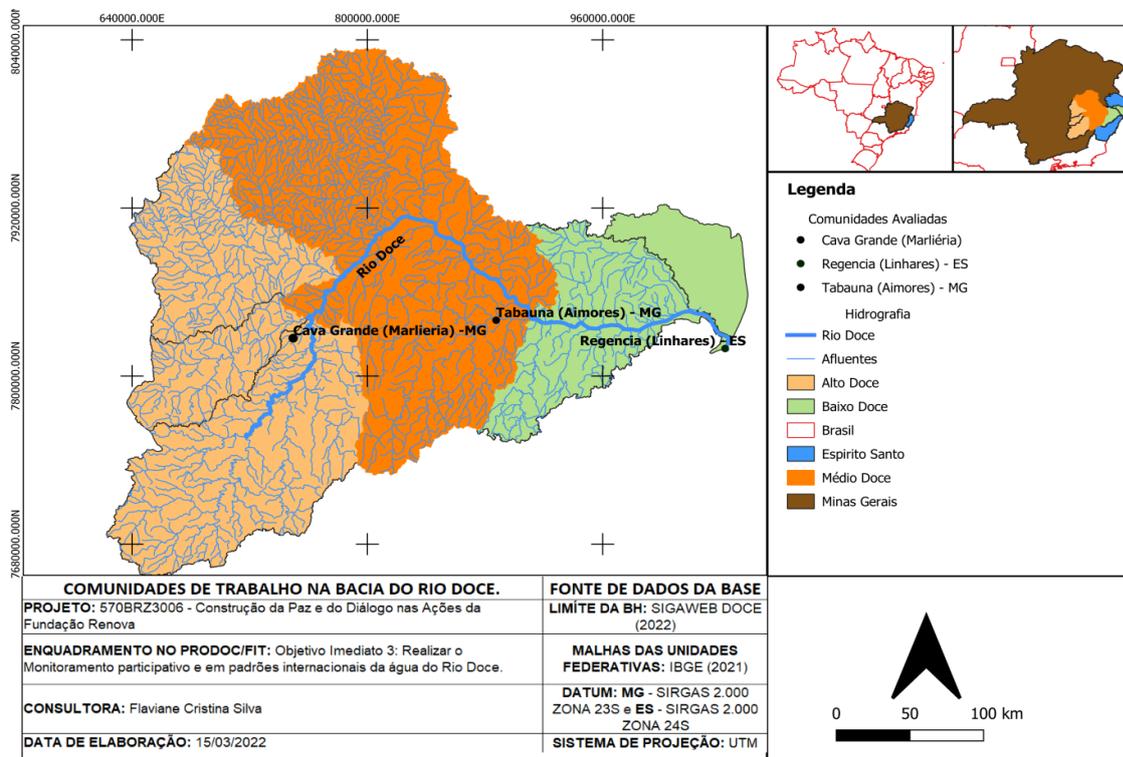
No total como inscrição receberam-se 55 Cartas de motivação, dentre elas, a que mais chamou a atenção foi a do cursista Joao Carlos de Regência da Bacia do Rio Doce- Foz:

*“Prezados! Eu quero participar do monitoramento hídrico participativo porque o Rio Doce é meu mais nobre amigo de infância. Saía escondido de casa para me encontrar com ele... e ele nem contava para minha avó. Foi nele que aprendi a nadar e onde dividi bons momentos com a galera da minha infância e, apesar disso, nunca o compreendi.*

*Estou muito triste com tudo o que esse amigo vem passando. Quero entendê-lo melhor, como identificar os sinais que indicam qual o estado de saúde das águas que ele carrega e o que pode ser feito para ajudá-lo. João Carlos Moraes”.*

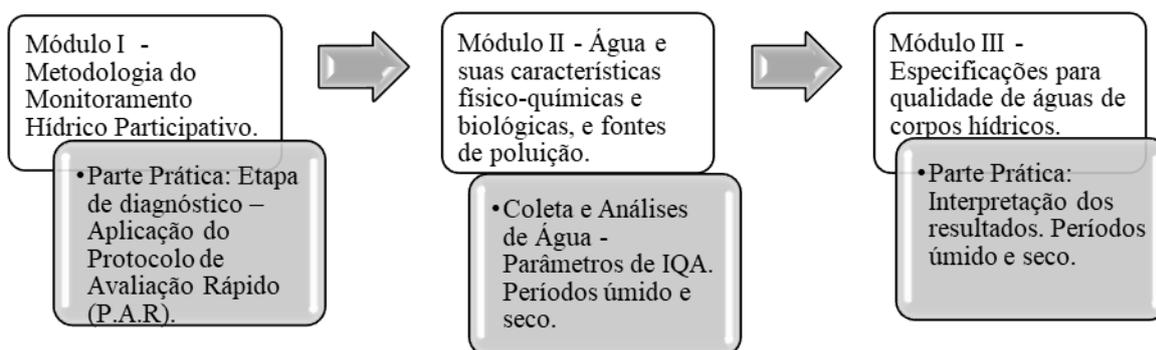
Em cada sub-bacia indicada pelo CBH DOCE, a escolha do ponto de coleta considerou a viabilidade de acesso ao local (segurança e integridade física); a exigência de um ponto de controle pelo conceito do Protocolo de Avaliação Rápida; a didática para atendimento às curiosidades dos cursistas quanto ao seu núcleo urbano; e ao conhecimento técnico para viabilizar didaticamente a avaliação do comportamento dos parâmetros ao longo do leito do curso hídrico. Após as escolhas, os pontos ficaram assim distribuídos: região de nascente ou corpo hídrico com mínimas ações antrópicas, ou um afluente do tributário em estudo; centro urbano, foz e Rio Doce imediatamente após a foz do tributário de estudo nas sub-bacias do Ribeirão Belém e do Rio Manhuaçu e em Regência nos Rios Preto e a montante do Distrito e próximo a foz do Rio Doce e no canal alimentado pelas suas águas e, também por ocasião das cheias, pelas águas das lagoas adjacentes.

Figura 1: Municípios indicados pelo CBH Doce para inserção no projeto



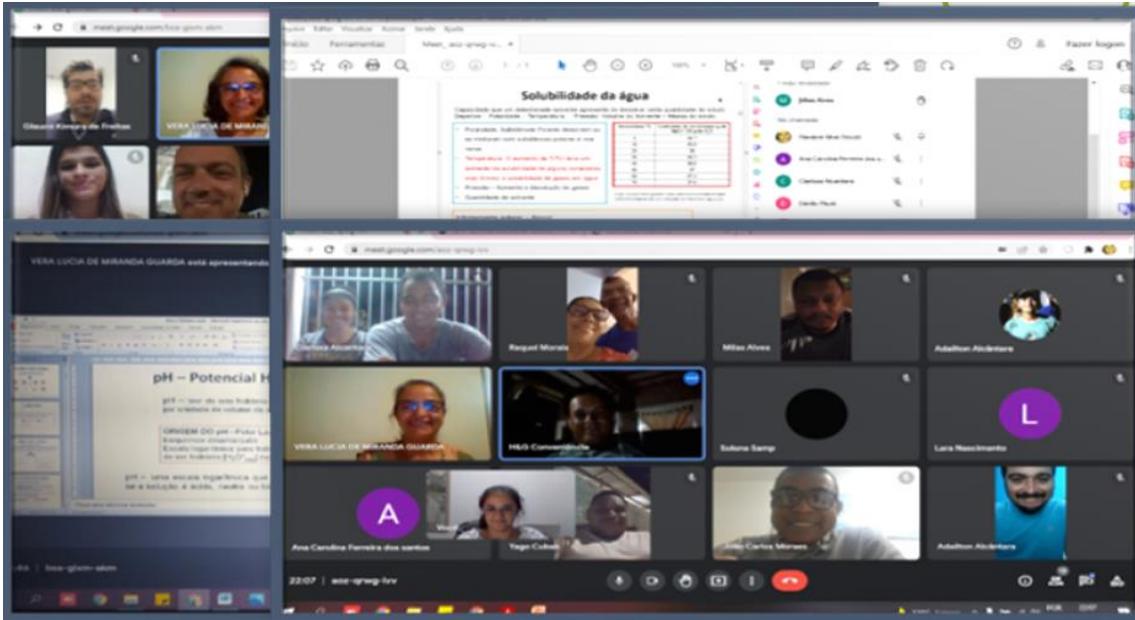
As aulas teóricas e práticas foram distribuídas em três módulos, de acordo com o esquema da figura 2. Para discutir os resultados encontrados, as turmas se reuniam presencialmente, logo após a liberação dos laudos em ambos os períodos. A formação totalizou uma carga horária de 72 horas.

Figura 2: Esquema do conteúdo programático



Para aulas *on-line* uma vez por semana foi utilizada a plataforma *Google Meet*. As aulas presenciais se dividiram em momentos de amostragens e de discussões. As fotografias das figuras 3 e 4 documentam esses momentos.

**Figura 3 – Registro de aulas teóricas**



**Figura 4: Encontros presenciais**



Observação: Coluna 1 – Atividades em Cava Grande – Bacia do Ribeirão Belém; coluna 2 em Tabaúna – Rio Manhuaçu e coluna 3 Foz do Rio Doce em Regência

Dentre as análises realizadas, os resultados de parâmetros do Índice de Qualidade de Águas - IQA estão apresentados na tabela 1. As cores indicam a classe de IQA. Os resultados do Protocolo de Avaliação Rápida orientou as discussões dos resultados.

**Tabela 1: Resultados de IQA**

	Parâmetros	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
<b>Cava Grande</b>	IQA p. úmido	73,3	61,26	58,81	61,93
	IQA p. seco	57,38	52,88	52,84	50,30
	Parâmetros	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
<b>Tabaúna</b>	IQA p. úmido	52,5	50,01	68,06	47,43
	IQA p. seco	60,47	54,72	68,71	55,22
	Parâmetros	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
<b>Regência</b>	IQA p. úmido	38,7	48,98	45,28	47,54
	IQA p. seco	35,89	54,69	27,84	49,7

**Tabela 2: Resultados de Biomonitoramento de Tabaúna – Bacia do Rio Manhuaçu**

TABAUUNA				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Divisão do total da pontuação pelo nº de Organismos PERÍODO ÚMIDO	3,75 (ALTERADO)	1 (IMPACTADO)	0 (IMPACTADO)	1,67 (IMPACTADO)
Divisão do total da pontuação pelo nº de Organismos PERÍODO SECO	4,667 (ALTERADO)	0 (IMPACTADO)	6 (ALTERADO)	4,143 (ALTERADO)
<b>A – Quantidade Encontrada</b>				
<b>B- Quantidade encontrada, multiplicada pelos pontos individuais</b>				
<b>Mais de 6 pontos – Ambiente natural</b>				
<b>Entre 3 e 6 pontos – Ambiente alterado</b>				
<b>Menos de 3 pontos – Ambiente Impactado</b>				

Os pontos da Bacia do Rio Doce na Foz em Regência no Espírito Santo e no Ribeirão Belém apresentaram impactados tanto no período úmido como no período seco. Os valores dos pontos variaram entre 0 e 2. Exceção é feita para o ponto 3 na Foz do Ribeirão Belém onde apareceu um coleóptera, o que elevou esse ponto para uma situação natural. Os macroinvertebrados da ordem coleópteros vivem em ambientes ditos naturais, com pouca perturbação antrópica.

#### **Análise dos resultados**

As sub-bacias recomendadas pelo CBH Doce tinham, sempre um ponto em comum: o Rio Doce. A bacia do Ribeirão Belém margeava o Parque Estadual do Rio Doce, o que implicaria em um corpo hídrico menos alterado, entretanto, seu núcleo urbano se encontrava bem impactado, inclusive com desvio do seu curso. A sub-bacia do Rio Manhuaçu apresentou uma menor degradação. E a terceira, situada na Foz do Rio Doce observou-se derramamento de óleo, devida a exploração de petróleo na região.

Nas três sub-bacias observou-se a presença de gado em pelo menos um dos pontos e a ausência de saneamento, tanto urbano quanto rural, o que foi responsável pelo baixo índice de qualidade de água e a presença de macroinvertebrados resistentes no biomonitoramento, como mostram os resultados apresentados nas tabelas 1 e 2.

A tabela com os resultados de IQA apresenta predomínio de coloração amarela, o que indica que os valores de IQA estão dentro de uma faixa razoável (Tabela 3). Atenção para os dados de Regência que se diferem na comparação, visto que as faixas de IQA para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, não são as mesmas. Os valores de IQA foram calculados dentro do estabelecido pela CETESB.

**Tabela 3: Faixas de IQA para análise dos resultados**

Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: AL, <b>MG</b> , MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA utilizadas nos seguinte Estados: BA, CE, <b>ES</b> , GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

Os resultados de biomonitoramento apresentados na tabela 2 é um exemplo do que foi encontrado na Bacia do Rio Manhuaçu. Quando se compara com os resultados de IQA não apresenta divergência de resultados. O ponto 4 é o Rio Doce no Município de Baixo Guandu, logo ele obedece a faixa de IQA do Espírito Santo que nesse caso se enquadra na faixa verde, equivalente a boa, pois se ele fosse localizado em Minas Gerais seria considerado regular.

A diferença entre o IQA e o Biomonitoramento é que o primeira mostra uma fotografia do momento, e o biomonitoramento traz uma descontinuidade temporal e espacial da amostragem, pois os macroinvertebrados bentônicos estão alojados no sedimento e traduz a realidade. A presença variada de quantidade e espécies de macroinvertebrados variam com a qualidade da água.

Nas pesquisas de metais e outras substâncias poucos parâmetros se apresentaram fora dos limites previstos na legislação. Nas águas propriamente do leito do Rio Doce, independente da porção da bacia, não foram identificados metais e demais substâncias investigadas nas amostras coletadas, acima dos valores de referência na legislação, considerando que as amostras eram apenas de águas superficiais.

No Ribeirão Belém (Cava Grande) observaram-se alumínio, cádmio, ferro, manganês e sulfetos acima do preconizado em pelo menos uma das amostras analisadas.

Em Regência, no ponto Rio Doce próximo a uma fazenda registrou-se a ocorrência de cianobactérias, constatou-se que nesse ponto havia presença de gado, entre outros contribuintes. Al, Fe e Mn em valores superiores aos recomendados foram observados no canal, ponto artificial que recebe águas do Rio Doce.

Trinta e três cursistas finalizaram a formação e foram certificados como Agente Ambientais com ênfase em Monitoramento Hídrico Participativo, (Figura 5) Todos apresentaram aproveitamento acima de 60% e frequência de 75%. A maioria era mulheres, a idade era variável e em Taboína houve uma participação maior

de alunos da Escola local. O maior índice de desistência (50%) foi detectado na sub-bacia do Ribeirão Belém, provavelmente devido a distribuição geográfica da moradia dos inscritos.

**Figura 6: Certificação dos cursistas em Regência/ ES**



Dentre as pesquisas realizadas o que mais chamou a atenção dos cursistas foi o kit de análises colorimétricas usado no período seco, pois os resultados eram imediatos e não precisavam aguardar os resultados do laboratório independente que acompanhava o projeto.

## CONCLUSÕES

O acelerado crescimento industrial e agrícola, a utilização, muitas vezes sem critério, de agrotóxicos e o lançamento de esgoto doméstico e industrial, eventualmente sem tratamento adequado, em corpos d'água e no solo, tem contribuído para a alteração da qualidade das nossas águas. E tudo isso foi percebido e endossado com argumentos técnicos para os alunos.

Ter o embasamento científico para muitos que participaram do curso era uma realidade muito distante, pois as turmas eram miscigenadas, composta por homens e mulheres de diferentes idades e grau de instrução.

O projeto cumpriu com seus objetivos, sobretudo por oferecer competências técnicas que viabilizaram a compreensão de resultados dos parâmetros de análises de qualidade de água, bem como capacitação para avaliarem as legislações pertinentes para enquadramento dos laudos recebidos. Os resultados denotam que a parceria UNESCO, CBH Doce e Fundação Renova contribuiu e ainda pode avançar na disseminação do Monitoramento Hídrico Participativo -MHP pela Bacia do Rio Doce, tornando os seus habitantes mais empoderados e cientes do pertencimento do Rio Doce e seu território.

Isso contribui ao empoderamento das comunidades para continuar no MHP rotineiramente, visando segurança hídrica, preservação dos recursos hídricos e diálogo com a sociedade. Portanto, ações como este curso devem ser incentivadas e difundidas rotineiramente, assim se desperta uma maior preocupação com as causas ambientais, influenciando os jovens e adultos aos estudos e retribuição à sociedade com ações voltadas à preservação e recuperação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

1. BRASIL, Governo Federal. Ministério do Meio Ambiente. Educação Ambiental, Set. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/educacaoambiental/educacao-ambiental>> Acesso em: 23 nov. 2020.
2. IPE - Instituto De Pesquisas Ecológicas. Monitoramento Participativo da Biodiversidade: Aprendizados em evolução. 2ed. Nazaré Paulista, São Paulo, 2019, 84p.

3. MARCATTO, C.; Educação ambiental: Conceitos e Princípios. Biblioteca Digital do Cerrado, Set. 2002. Disponível em: <<http://jbb.ibict.br/handle/1/494>> Acesso em: 23 nov. 2020.
4. NOGUEIRA, A. C. C. Diagnóstico Ambiental Participativo: Estudo de Caso na Comunidade Indígena Xucuru-Kariri em Caldas/MG. Poços de Caldas/MG. 154f. (Dissertação). Mestrado em Ciência e Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Alfenas, 2015.
5. PICCOLI, A. S.; KLIGERMAN, D. C.; COHEN, S. C.; ASSUMPÇÃO, R. F.; A Educação Ambiental como estratégia de mobilização social para o enfrentamento da escassez de água. Ciênc. saúde colet. 21 (3) Mar 2016.
6. PNUD Brasil - Objetivos do desenvolvimento Sustentável. Objetivo 6: Água Limpa e Saneamento, 2020. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>> Acesso em: 27 nov. 2020.
7. RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. Ambi-Água, Taubaté, v. 3, n. 3, p. 143-155, 2008. (doi:10.4136/ambi-água.68).
8. RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. Educação ambiental e desenvolvimento sustentável. Fortaleza: Edições UFC, 2009.
9. SAITO, C. H.; Política Nacional de Educação Ambiental e Construção da Cidadania: Desafios Contemporâneos. In: Rusheinsky A, organizador. Educação ambiental: abordagens múltiplas. Porto Alegre: Artmed; 2002. p. 47-72.
10. SOARES, D.; SALAZAR, H. Mujeres y Tecnologías: Aproximaciones Metodológicas desde Chiapas. Jiutepec, Mor. México: IMTA, 2006, 121p.
11. VALLA, V. V. Sobre participação popular: Uma questão de perspectiva. Cad Saúde Pública 1998b; 14(Sup. 2):7-18.
12. <https://www.periodicosdeminas.ufmg.br/ciencia-cidada-movimento-de-integracao-entre-sociedade-e-cientistas-em-prol-da-pesquisa/>
13. Eler Guilherme. <https://www.nexojournal.com.br/expresso/2018/01/21/O-que-%C3%A9-ci%C3%A2ncia-cidad%C3%A3.-E-como-ela-contribui-para-a-preserva%C3%A7%C3%A3o-de-esp%C3%A9ci>