

Allisom Cordeiro Bessa de Oliveira

Tecnologias alternativas para uso em investigação ambiental e divulgação científica na bacia hidrográfica do rio Branco, Mato Grosso, Brasil.

Cuiabá – MT
2022

Allisom Cordeiro Bessa de Oliveira

Tecnologias alternativas para uso na investigação ambiental na bacia hidrográfica do rio Branco - Mato Grosso, Brasil

Dissertação apresentada ao PROFÁGUA – Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação Dos Recursos Hídricos, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos.

Área de concentração: Regulação e governança de recursos hídricos: planejamento e gestão de recursos hídricos

Orientador: Prof. Dr. Claumir Cesar Muniz
Co-orientador: Prof. Dr. Ernandes Sobreira Oliveira Junior.

Cuiabá - MT
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

O48t Oliveira, Allisom Cordeiro Bessa de.

Tecnologias alternativas para uso em investigação ambiental e divulgação científica na Bacia Hidrográfica do Rio Branco, Mato Grosso, Brasil: tecnologias alternativas para uso na investigação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Branco - Mato Grosso, Brasil / Allisom Cordeiro Bessa de Oliveira. – Cuiabá, 2022.

77 f.; 30 cm.: Il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu* (Mestrado Profissional) Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Instituto Nacional de Pesquisas do Pantanal Cuiabá e Cidade Universitária Celbe, *Campus* Universitário de Cáceres, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2022.

Orientador: Dr. Cláudio César Muniz.

Coorientador: Dr. Ernandes Sobreira Oliveira Júnior.

1. Ferramentas Alternativas. 2. Ciência Cidadã. 3. Investigação Ambiental. 4. Crise Hídrica. 5. Tecnologias de Baixo Custo. I. Muniz, C. C., Dr. II. Oliveira Júnior, E. S., Dr. III. Título. IV. Título: tecnologias alternativas para uso na investigação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Branco - Mato Grosso, Brasil.

CDU 556

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Luiz Kenji Umeno Alencar - CRB1 2037.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa pela fé e confiança demonstrada, às minhas filhas pela torcida e incentivos, aos meus sogros e minha mãe pelo apoio incondicional, aos meus orientadores pela paciência demonstrada, e aos amigos e familiares que me ajudaram e incentivaram a persistir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me concedido a capacidade de desenvolver este trabalho.

À minha esposa Karine Marreiro, pelo apoio, incentivo, por não me deixar desistir, por me ajudar em todos os passos dessa caminhada.

Às minhas filhas Ana Karolyna e Alice Marreiro, por vibrarem em cada pequena conquista, pois são as razões da minha busca constante em melhoria e superação.

À minha mãe Luciana Cordeiro, e meus sogros Gessy e Eunice Marreiro pela fé e confiança, pelo apoio e aconselhamento.

Aos meus orientadores Claumir Muniz e Ernandes Sobreira pela paciência demonstrada no decorrer deste trabalho, e a disposição em ensinar.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

RESUMO

A problemática acerca das ações antrópicas e, conseqüentemente, dos impactos dos processos de assoreamento da bacia hidrográfica do Rio Branco refere-se às alterações, a curto e longo prazo, que trazem prejuízos ao escoamento fluvial da área em análise. O capítulo 1 desta pesquisa procura relacionar a importância da educação para recursos hídricos em concomitância com a função e ação social, de modo que a avaliação de implementação de novas metodologias deve considerar a realidade social local. Ainda, há de se analisar a relação entre os problemas ambientais como assoreamentos e escassez hídrica com a necessidade em reparar, mitigar e prevenir as ações antrópicas. Assim, a utilização de instrumentos tecnológicos alternativos de baixo custo possibilita a popularização da pesquisa por diferentes espaços, provocando trânsitos e contatos com diversos lugares e sujeitos, uma vez que tecnologias alternativas e de baixo custo podem ser transformadas em instrumentos pedagógicos e educativos, capazes de moldar uma realidade ambiental e social. O capítulo 2 aborda sobre a importância da participação da sociedade na atenuação da crise hídrica e tem como objetivo discutir a respeito da importância da participação social, por meio da educação ambiental e a ciência cidadã, aliada às tecnologias alternativas de custo reduzido e acessível, que podem ser empregadas tanto por alunos em sala de aula quanto pela população para a promoção da ciência cidadã e educação ambiental. Como produto, será apresentado uma cartilha com passo a passo para produção de equipamentos alternativos de custo reduzido, para utilização como material didático em sala de aula e demais ambientes educativos, e pela população com vistas à promoção da ciência cidadã para investigação ambiental.

Palavras-chave: Crise hídrica; Ciência cidadã; Investigação ambiental.

ABSTRACT

The problem regarding anthropic actions and, consequently, the impacts of the silting up processes in the Rio Branco hydrographic basin refers to the changes, in the short and long term, that bring losses to the river flow of the area under analysis. Chapter 1 of this research seeks to relate the importance of education for water resources in conjunction with social function and action, in order to consider that the implementation of new methodologies must consider the local social reality. Still, one must consider the relationship between environmental problems such as silting up and water scarcity with the need to repair, mitigate and prevent anthropogenic actions. Thus, the use of low-cost alternative technological instruments makes it possible to popularize research in different spaces, causing transits and contacts with different places and subjects, since alternative and low-cost technologies can be transformed into pedagogical and educational instruments capable of shaping an environmental and social reality. Chapter 2 addresses the importance of society's participation in mitigating the water crisis and aims to discuss the importance of social participation in mitigating the water crisis, through environmental education and citizen science, combined with alternative cost technologies reduced and accessible, which can be used both by students in the classroom and by the population for the promotion of citizen science and environmental education, in the mitigation of local environmental problems.

Key words: Water crisis; Alternative technologies; Citizen Science; Environmental research.

SUMÁRIO

TECNOLOGIAS DE BAIXO CUSTO PARA A COMPREENSÃO DA DINÂMICA DOS RECURSOS HÍDRICOS

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	3
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	5
5. CONCLUSÃO	14
REFERÊNCIAS	15

FERRAMENTAS ALTERNATIVAS PARA INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL VOLTADA AOS RECURSOS HÍDRICOS

1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1. NECESSIDADE DE SENSIBILIZAR A POPULAÇÃO SOBRE A CRISE HÍDRICA	20
2.2. A PARTICIPAÇÃO DA POPULAÇÃO NA ATENUAÇÃO DA CRISE HÍDRICA ...	23
2.3. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A CIÊNCIA CIDADÃ COMO FERRAMENTAS PARA ATENUAÇÃO	24
2.4. USO DE FERRAMENTAS EM SALA DE AULA PARA INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL E CIÊNCIA CIDADÃ	27
2.5. APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE BAIXO CUSTO COMO ALTERNATIVA PARA SENSIBILIZAÇÃO E POSSIBILIDADE DE FORMAR CIDADÃOS CRÍTICOS	29
3. MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	45

CARTILHA	48
----------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização da área de estudo (Fonte: OLIVEIRA et al., 2018).....	4
Figura 2 - Figura demonstrando o passo a passo do acesso a página inicial do site IBGE, na sessão dos Mapas (IBGE, 2020).....	9
Figura 3 - Mapa Temático das regiões hidrográficas do Brasil disponível no site do IBGE (IBGE, 2020)	10
Figura 4- PHmetro de bolso para utilização em campo (AKSO, 2015)	12
Figura 5- Ilustração esquemática de um turbidímetro de bancada (MS Tenopon).....	13
Figura 6 - Desenho esquemático do disco de Secchi sendo utilizado em campo (Hexasystem).	14
Figura 7 - Bacias hidrográficas do município de Salto do Céu-MT (Fonte: Próprio autor).....	31
Figura 8 - Etapas para construção do Pluviômetro (Fonte: Próprio autor).....	33
Figura 9 - Molinete hidrométrico construído (Fonte: Próprio autor).	35
Figura 10 - Disco de Secchi (Fonte: Próprio autor).....	36
Figura 11 - Montagem do anemômetro (Fonte: Próprio autor)	37
Figura 12 - Construção do barômetro (Fonte: Próprio autor).....	38
Figura 13 – Esquema de um termômetro convencional de mercúrio em vidro (Fonte: VARREJÃO-SILVA,2006).	39
Figura 14 – Régua fluviométrica (Fonte: ANA, 2021).....	40
Figura 15 – Relógio de sol (Fonte: Próprio autor).....	41
Figura 16 - Etapas da construção do relógio de (Fonte: Próprio autor).	42
Figura 17 - Infiltrômetro de PVC (Fonte: Próprio autor)	43

CAPÍTULO 1

(Encaminhado para publicação na Revista do Programa PROFÁGUA)

TECNOLOGIAS DE BAIXO CUSTO PARA A COMPREENSÃO DA DINÂMICA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Allisom Cordeiro Bessa de Oliveira, Karine Marreiro Soares, Ernandes Sobreira Oliveira Junior^{3,5} Claumir Cesar Muniz^{4,5}

³ernandes.sobreira@gmail.com; ¹allison_cbo@hotmail.com

^{1,2,3,4}Universidade do Estado de Mato Grosso, Laboratório de Ictiologia do Pantanal Norte, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos/ProfÁgua, Cáceres, Mato Grosso, Brasil. ⁵Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso.

RESUMO: A problemática acerca das ações antrópicas e, conseqüentemente, dos impactos dos processos de assoreamento da bacia hidrográfica do Rio Branco refere-se às alterações, a curto e longo prazo, que trazem prejuízos ao escoamento fluvial da área em análise. O presente estudo procura relacionar a importância da educação para recursos hídricos em concomitância com a função e ação social, de modo a considerar que a implementação de novas metodologias deve considerar a realidade social local. Ainda, há de se considerar a relação entre os problemas ambientais como assoreamentos e escassez hídrica com a necessidade em reparar, mitigar e prevenir as ações antrópicas. Assim, a utilização de instrumentos tecnológicos alternativos de baixo custo possibilita a popularização da pesquisa por diferentes espaços, provocando trânsitos e contatos com diversos lugares e sujeitos, uma vez que tecnologias alternativas e de baixo custo podem ser transformadas em instrumentos pedagógicos e educativos capazes de moldar uma realidade ambiental e social.

Palavras-chave: Crise hídrica; ferramentas alternativas; sociedade; educação.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a degradação ambiental vem se intensificando e traz como conseqüências o racionamento de água e o comprometimento da qualidade da água das bacias hidrográficas (TUNDISI, 2014), desse modo, a investigação no uso de tecnologias para integrar a gestão de recursos hídricos assume uma relevância cada vez maior, medida que conscientiza a população e proporciona uma visão enfática à sustentabilidade necessária acerca dos recursos hídricos.

De acordo com Cunha e Guerra (2003), para o estudo da degradação ambiental em bacias hidrográficas, sua avaliação não se deve restringir apenas sob o ponto de vista físico,

devendo ser consideradas as relações existentes entre a degradação natural e as atividades da sociedade.

Para Tucci (2008) às mudanças naturais e artificiais na cobertura vegetal de bacias hidrográficas possuem influência em seu comportamento hidrológico, uma vez que impactam o ambiente e sua disponibilidade hídrica. Estas mudanças na cobertura do solo, imputadas devido às práticas de manejo da terra, são apontadas como os principais fatores que influenciam no sistema hidrológico, alterando o escoamento superficial, podendo afetar as taxas de erosão e carga de sedimentos em uma bacia hidrográfica, assim como a alteração da qualidade das águas superficiais (ABDELWAHABET et al., 2014).

Segundo Lollo et al. (2018), entre as atividades antrópicas responsáveis pela degradação ambiental, podem-se citar a agricultura, a pecuária, a mineração, obras civis, urbanização, crescimento populacional, os padrões de produção e consumo, resultado de um processo de desenvolvimento desordenado. Tais atividades ocasionam a alteração do regime hídrico, das propriedades físicas e químicas e a perda da biodiversidade tanto terrestre quanto aquáticas.

Além do mais, de acordo com ANA (2016), a Agência Nacional de Águas do Brasil, em seu relatório sobre as mudanças climáticas e os recursos hídricos, afirma que o ciclo hidrológico está diretamente vinculado às mudanças de temperatura na atmosfera e ao balanço da radiação. De certo que a água é o meio pelo qual a população deverá perceber os efeitos dessa mudança climática, considerando prováveis alterações nos padrões de precipitação e escoamento dos rios. Neste sentido, as populações mais pobres se apresentam como as mais vulneráveis e em condições de serem mais afetadas com a escassez hídrica.

Dentro desse contexto, Rodrigues e Colensanti (2008) advertem sobre a necessidade de práticas de Educação Ambiental imbuídas de sensibilizar e informar as pessoas sobre a realidade ambiental, bem como mostrar e/ou indicar o papel e a responsabilidade da sociedade sobre o que ocorre no meio ambiente.

Acresce, de acordo com Brito et al. (2016), que o monitoramento das alterações ambientais, seja realizado por métodos físico-químicos usuais, organismos bioindicadores ou por meio de ferramentas auxiliares como os protocolos de avaliação rápida (PAR), que ajudam a identificar muitas das alterações ambientais, como o assoreamento, a destruição da vegetação ciliar, a poluição e a pesca excessiva. Dessa forma, segundo Firmino et al. (2011), os protocolos de avaliação rápida, podem ser considerados um instrumento de diagnóstico

ambiental e de baixo custo que avalia a qualidade da água, permitindo uma visão geral do meio físico, refletindo o verdadeiro estado do corpo d'água.

Outrossim, conforme Rodrigues e Colensanti (2008), inúmeras tecnologias de informação e comunicação, podem ser utilizadas de forma mais atrativa para oferecer uma educação ambiental, pois, por meio da informática e dos multimeios pode haver sensibilização e conhecimento dos ambientes e dos seus problemas intrínsecos.

Diante desse cenário, torna-se relevante compor estudos que propiciem o desenvolvimento de intervenções sustentáveis, levando em conta não só as implicações ambientais dos processos de assoreamento dos rios, bem como a função social dos recursos hídricos. Assim, faz-se necessário mencionar que a Bacia Hidrográfica do Rio Branco é fundamental para a qualidade de vida da população da região, como Salto do Céu, município de Mato Grosso, de maneira que auxilia na subsistência e na economia da cidade, tanto no que tange à irrigação quanto ao turismo, pois as cachoeiras presentes na cidade atraem pessoas de vários lugares para presenciar a beleza ímpar dessa bacia hidrográfica.

Por fim, evidencia-se a importância, sobretudo, de que a utilização de tecnologias alternativas e de baixo custo se transformem em instrumentos aliados à compreensão da dinâmica e gestão dos recursos hídricos, podendo servir para sensibilizar a população de que é possível combinar modelo de desenvolvimento econômico com preservação dos recursos hídricos.

Nesse contexto, o presente trabalho tem o intuito de investigar a importância da utilização de tecnologias ambientais alternativas de baixo custo para a compreensão da dinâmica dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Branco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do Rio Branco possui área aproximada de 1.027,80 km² e encontra-se entre os municípios de Reserva do Cabaçal, Salto do Céu, Rio Branco e Lambari D'Oeste no sudoeste do estado de Mato Grosso. A Figura 1 mostra a localização da área de estudo.

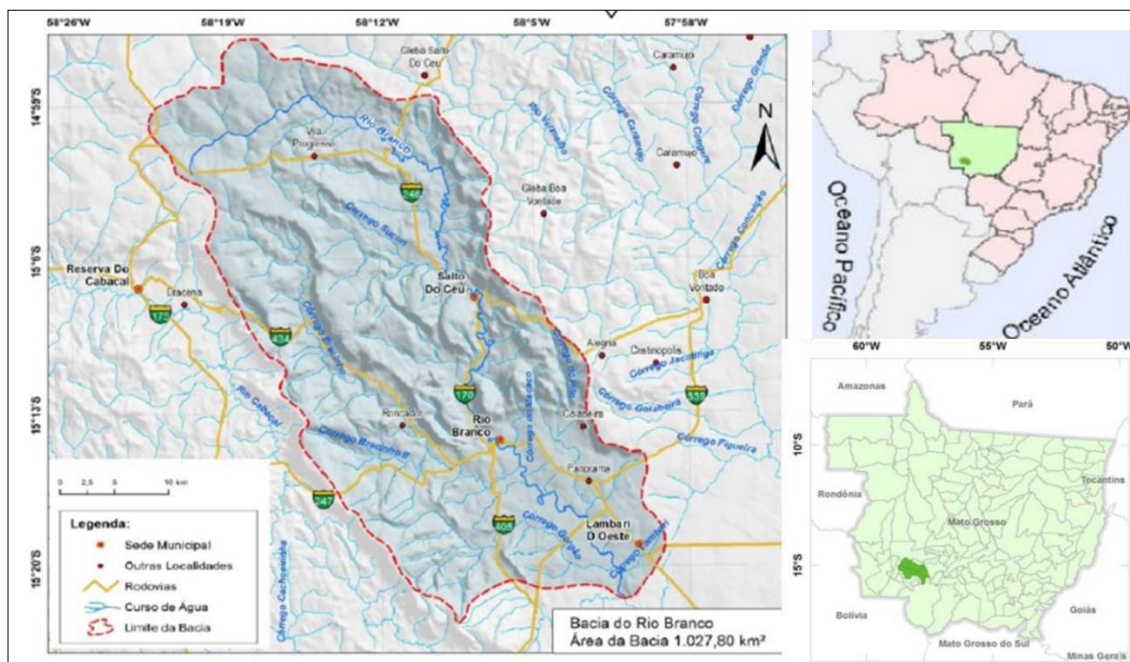


Figura 1- Localização da área de estudo (Fonte: OLIVEIRA et al., 2018).

O clima, de acordo com a classificação de Köppen (1931), é o Aw, sendo do tipo tropical, em que são climas mega térmicos com temperatura média no mês mais frio maior do que 18° C e ausência da estação invernal, com precipitação anual variando de 750 a 1.800 mm. De acordo com Oliveira et al. (2018), a Bacia Hidrográfica do Rio Branco possui unidades como Planalto dos Parecis (Chapada dos Parecis e Serras do Roncador-Salto do Céu), Depressão do Alto Paraguai e planícies fluviais.

Para a realização deste trabalho, uma pesquisa de base bibliográfica, de cunho indutivo, buscando atingir o arcabouço necessário para compreender o funcionamento das tecnologias de baixo custo e sua aplicabilidade no ensino, bem como a discussão da problemática hídrica ambiental foram realizadas.

Para tornar o estudo exequível, a metodologia interliga-se de modo respectivo aos objetivos detalhados da pesquisa. Os passos podem ser assim elencados:

- 1- Levantamento bibliográfico referente às metodologias alternativas para a investigação ambiental via plataforma digital Google[®], utilizando as palavras chaves: tecnologias alternativas, baixo custo, educação e recursos hídricos.

- 2- Levantamento bibliográfico da aplicabilidade das tecnologias de investigação hídricas de baixo custo no fornecimento de embasamento teórico para discussão dos principais problemas hídricos apresentados na bacia do Rio Branco, Salto do Céu – MT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os recursos hídricos são indispensáveis para a sobrevivência de todos os organismos vivos, segundo Nascimento; Heller (2005), seu emprego também ocorre em variadas atividades humanas, como abastecimento, geração de energia, irrigação de plantações, criação de animais, transportes e uma infinidade de outras incumbências. Desta forma, conforme Soares (2015) nota-se a insustentabilidade da vida sem a presença deste recurso, tornando estritamente necessária a conscientização de toda a população para sua preservação e fruição de maneira sustentável.

O Brasil é um dos países que dispõe de maior fonte de recursos hídricos do mundo, sendo privilegiado por sua dimensão e localização, dispõe de uma grande quantidade de recursos endógenos armazenados na superfície e de forma subterrânea, também abrange em seu território as maiores bacias hidrográficas de água doce do planeta, conhecidas por Amazonas, São Francisco e Paraná (CHIRISTOFIDIS, 2001). Apesar desta grande disponibilidade, segundo ANA (2016) os recursos são distribuídos irregularmente pelo território, e esta disparidade ocorre devido às características geográficas de cada Região do país, fazendo com que a água não atinja todos os habitantes de forma igualitária em qualidade e quantidade.

Com o crescente desenvolvimento econômico e social, além das mudanças climáticas cada dia mais extremas, segundo Nascimento e Heller (2005) tornou-se notável a crise enfrentada para a manutenção dos recursos hídricos, e esta é motivada por fatores ambientais, econômicos, sociais e principalmente gerenciais. Neste sentido, de acordo com Moraes e Jordão (2002) é possível observar que a urbanização, o crescimento desenfreado da demanda, infraestrutura inadequada, inexistência de políticas públicas e de ensino voltadas para a conscientização e preservação ambiental, resultam em uma crise de escassez inevitável, a menos que novas abordagens e projetos voltados para a promoção de alterações profundas na gestão dos recursos hídricos sejam desenvolvidos em curto prazo.

As atitudes comportamentais do homem, desde que ele se tornou parte dominante dos sistemas, tem uma tendência em sentido contrário à manutenção do equilíbrio ambiental. Ele esbanja energia e desestabiliza as condições de equilíbrio pelo aumento de sua densidade populacional, além da capacidade de tolerância da natureza e de suas exigências individuais (MORAES E JORDÃO, 2002).

Além do mais, de acordo com Silva et al. (2014) a globalização, o desenvolvimento tecnológico e o crescimento populacional resultam em enormes impactos ao meio ambiente, principalmente aos recursos hídricos, notadamente tem-se o aumento da geração de efluentes domésticos, modificação das paisagens naturais devido aos processos de agricultura e urbanização, desvios de rios e suas margens para criação de barragens, canalizações, drenagens e dragagens, destinação inadequada de agentes químicos e tóxicos e utilização desenfreada de água potável pela população. Neste contexto, é impreterível que ocorram mudanças profundas no envolvimento da sociedade para com os recursos ambientais disponíveis, desarticulando antigas tratativas e incentivando o cuidado e preservação do ambiente em que vivemos.

Por conseguinte, conforme Rodrigues e Colensanti (2008), a degradação ambiental tornou-se uma preocupação da sociedade atual e das futuras gerações, sendo essencial que a conscientização para a preservação e correto gerenciamento dos recursos ocorra desde a formação inicial de cada cidadão. Desta forma, é necessário o desenvolvimento de novas metodologias de aprendizagem com o intuito de incutir uma cultura de auto responsabilidade e preocupação com a manutenção dos recursos naturais.

Ainda conforme Rodrigues e Colensanti (2008), os temas voltados para o conteúdo de hidrografia e seus derivados são abordados pelo currículo da disciplina de geografia, cujos ensinamentos são norteadores para compreensão e sensibilização dos alunos quanto à necessidade de preservação dos recursos naturais para a manutenção da vida. Torna-se então, necessário, de acordo com Nascimento e Heller (2005) desenvolver práticas que despertem a curiosidade para a importância dos rios no urbanismo, problemáticas do saneamento básico inadequado, regulamentações pertinentes ao planejamento territorial urbano, consequências do desequilíbrio dos recursos hídricos para a população, questões voltadas para a saúde pública e compreensão do papel de cada indivíduo na aplicação de políticas de sustentabilidade.

Embora o ensino da disciplina de geografia esteja relacionado a conteúdos voltados para as características físicas do ambiente e do espaço geográfico, algumas recentes práticas de ensino têm despertado o potencial criativo do aluno e propiciado uma cultura de valorização do espaço geográfico. De acordo com Braga (2011) o livro didático pode servir de excelente instrumento para o ensino de geografia quando combinado com o uso de novas tecnologias de informação e comunicação, programas de computadores, músicas e teatro, podendo aproximar o interesse dos alunos com a busca de aprendizado.

Ademais, em face da realidade diversa dos alunos e das precárias infraestruturas das escolas públicas, o educador tem buscado novas maneiras de motivar e buscar a participação dos alunos. Segundo Manfio e Balssan (2014), partindo do conceito de região para ciência geográfica, afirmam que o trabalho escolar desenvolvido com dança, teatro e culinária, permitiu aproximação dos alunos com conhecimento de cada região geográfica do Brasil. Além disso, a utilização de recursos lúdicos serve para fixação de conteúdos e participação dos alunos nas tarefas em sala de aula.

Neste sentido, o estudo dos recursos hídricos conforme ANA (2016) é de suma importância para promover o entendimento quanto às consequências das atividades humanas ao meio ambiente, principalmente no que tange a disponibilidade de água potável e sua capacidade de renovação, compreender como ocorre a degradação dos rios, quais os riscos causados pela ocupação de encostas, os benefícios da correta destinação de resíduos tóxicos, a correlação entre a poluição das bacias hidrográficas e a saúde humana, são primordiais para que o aluno passe a valorizar o local onde vive, compreendendo a necessidade de preservar os recursos naturais disponíveis.

Esta temática pode ser elencada ao estudo de assuntos como agricultura, urbanização, transformação dos ambientes, biodiversidade, entre outros, proporcionando uma gama de abordagens ligadas aos aspectos físicos e socioculturais do ambiente, possibilitando ao educador a oportunidade de contextualizar o cotidiano do aluno aos temas abordados, o que torna a construção do conhecimento mais participativa e colaborativa (BRAGA, 2010). Para Pereira, (2018) o ensino da disciplina de geografia é amplo do ponto de vista de sua constituição como ciência, tendo o importante papel de discutir e analisar a sociedade, contribuindo para uma formação reflexiva sobre os problemas sociais, compreensão das relações interculturais, desenvolvimento de uma leitura crítica do espaço e da relação do homem com a natureza.

Este entendimento pedagógico, que inclusive faz parte dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino da disciplina, é o objetivo dos educadores como forma de proporcionar a compreensão e transformação social com relação ao meio em que se vive, no entanto, não corresponde a realidade do sistema de ensino atual, que carece de materiais e métodos que suplantem uma sistemática de ensino voltada para a construção crítica do conhecimento.

O desenvolvimento de uma sistemática de ensino voltada para a conscientização da utilização dos recursos naturais, de forma a contextualizar a teoria com as vivências cotidianas, torna-se imprescindível para modificar culturalmente a relação da população com a utilização sustentável da água, de forma a preservar esse recurso para a posteridade.

Para propiciar essa reestruturação dos moldes atuais no ensino de geografia, mais especificamente abordando as temáticas sobre hidrografia, o educador pode utilizar de tecnologias disponíveis e envolver o aluno nas práticas educativas. A inserção da tecnologia no ambiente educacional é de grande valia para aprimorar os processos de ensino, com os avanços tecnológicos tornou-se importante que o processo educacional rompesse com seus modelos tradicionalistas e fosse reformulado, como os alunos já estão habituados a utilizar sistemas e aparelhos digitais no cotidiano, sua integração em sala de aula facilita a absorção do conteúdo e traz novas metodologias que proporcionam melhor compreensão do assunto (SILVA, 2015). A utilização de tecnologias geoespaciais também proporciona ao aluno experiências que poderão ser transmitidas aos seus convives, difundindo o conteúdo aprendido em sala no ambiente social.

Ressalta-se que a escolha da ferramenta a ser utilizada deve levar em consideração a facilidade de aquisição, tendo preferência por sistemas gratuitos e disponibilizados pela rede mundial de computadores, ser condizente com o ambiente social em que será utilizada, bem como ser de fácil utilização e compreensão, desta forma, garantirá a participação de todos os alunos de forma satisfatória e tornará o projeto desenvolvido pelo professor mais acessível e prático. Esta avaliação prévia é importante, pois conforme Dias (2019) as questões voltadas para a infraestrutura e utilização de materiais didáticos causam uma sobrecarga ao educador, que além de suas rotinas habituais como preparar as aulas, planejar atividades, coordenar os alunos, é responsável muitas vezes por realizar trabalhos de âmbito administrativo, gerando transtornos desnecessários e que impedem o desenvolvimento de metodologias de ensino mais dinâmicas.

Nos últimos anos várias ferramentas foram desenvolvidas para facilitar o processo de ensino-aprendizagem. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponibiliza um banco de dados cartográfico completo, que pode ser acessado gratuitamente. Em seu site existe uma seção chamada “mapas escolares” (Figura 2), com diversos materiais didáticos para professores e alunos, também dispõem de conteúdos sobre hidrogeologia, hidroquímica e diversos outros temas correlacionados.



Figura 2 - Figura demonstrando o passo a passo do acesso a página inicial do site IBGE, na sessão dos Mapas (IBGE, 2020).

No Atlas Geográfico do IBGE, o usuário encontra ainda ilustrações animadas sobre cartografia e geografia (Figura 2). A gama de mapas também é diversificada: há opções de divisão territorial, hidrografia, de diversidade ambiental, características demográficas, desigualdade econômica, espaço econômico, turismo e urbanização e gestão ambiental, todos usando dados do próprio IBGE. Estas informações podem ser utilizadas para desenvolver aulas dinâmicas onde o aluno tenha a oportunidade de mensurar a estrutura geográfica e hidrográfica brasileira, sensibilizando-os para a necessidade de atitudes que versem a sustentabilidade e respeito ao meio ambiente.

A Figura 3 mostra o mapa temático das regiões hidrográficas do Brasil disponível no site do IBGE

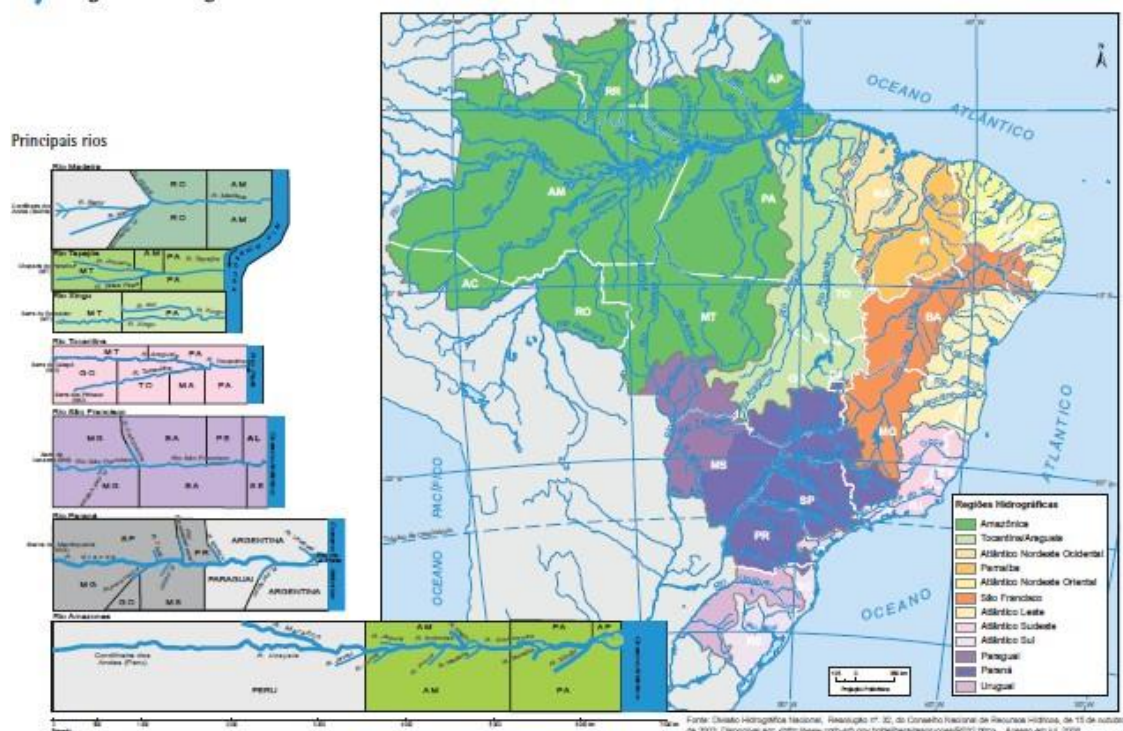


Figura 3 - Mapa Temático das regiões hidrográficas do Brasil disponível no site do IBGE (IBGE, 2020).

Práticas pedagógicas mais dinâmicas, como pesquisas de campo, também propiciam maior entendimento de conceitos teóricos, pois proporcionam ao aluno a oportunidade de desenvolver sua criatividade e pensamento crítico. A partir do espaço de vivência é possível observar, analisar, problematizar e promover ações que possam ser implementadas por todos, por isso atividades lúdicas e participativas são essenciais para construção de cidadãos conscientes (BALBINOT et al., 2005).

Para Carvalho (2009), no que tange o ensino das temáticas voltadas para a hidrografia, é possível também utilizar equipamentos e tecnologias de baixo custo no desenvolvimento de atividades práticas, onde o aluno possa discernir os impactos que suas ações têm na hidrografia de sua região. Projetos de baixo custo tornam possível maior envolvimento da comunidade em ações de aprendizagem que gerem impactos culturais positivos, assim o educador torna-se então intermediador no processo de aquisição do conhecimento, orientando o aluno no processo de ensino.

Para Rodrigues e Colensanti (2008), o uso de diferentes tecnologias implica em mudanças de atitudes, valores e comportamentos, nos processos mentais e perceptivos, requerendo novos métodos educacionais e racionalidades pedagógicas voltadas para as

necessidades das novas gerações, uma vez que o processo educacional exige uma sintonia na comunicação.

Embora a Geografia seja representada principalmente por mapas, outras tecnologias podem ser empregadas em sala de aula para auxiliar os alunos na compreensão ambiental.

A produção de um material didático auxilia o docente a intervir no sentido da construção de uma Educação Ambiental participativa e emancipatória, não restrita apenas a inserção pura e simples do lúdico como uma ferramenta cognitiva, mas com a forma como ela se integra a um processo de reflexão sobre o conteúdo apresentado e aos interesses do usuário (RODRIGUES E COLENSANTI, 2008).

A construção de novas tecnologias na educação por parte do aluno promove um fluxo comunicativo onde o aluno se torna também produtor, construindo sua visão de mundo de forma gradual, partindo de um conjunto de espaços em que são trabalhados o conhecimento, e a conexão da escola com estes diversos universos, propiciada por essas novas tecnologias que se tornaram essenciais (DOWBOR, 2004).

Práticas didáticas voltadas para a construção de aparelhos pontuados em aula contribuem para que a compreensão do meio ocorra de forma mais efetiva. Para exemplificar metodologias que podem ser facilmente desenvolvidas, é possível citar o pluviômetro, aparelho utilizado para coletar água da chuva e determinar o valor da precipitação em milímetros, é um exemplo de aplicação prática do conhecimento.

Seu processo de construção utiliza de materiais de fácil acesso e baixo custo, como garrafas PET, areia, cimento, régua e fita adesiva, proporcionando ao aluno a compreensão de seu funcionamento e a interação deste com o meio ambiente, pois podem analisar e monitorar os índices pluviométricos e a regularidade das precipitações que ocorrem na própria escola ou região em que vivem. Outro exemplo de tecnologia alternativa é o fluvômetro de baixo custo construído juntamente com os alunos, utilizando alguns materiais reciclados (CARVALHO, 2009).

Além disso, Rodrigues e Colensanti (2008) citam que os professores possuem formas próprias de entender as temáticas ambientais e de programar o seu tratamento didático com os alunos. Nesse aspecto, as tecnologias de baixo custo se apresentam como uma nova estratégia educacional, podendo propiciar uma inovação na sua prática didática cotidiana, e corroborar para compreensão do desafio hídrico.

Ademais, em análises ambientais, o intemperismo das rochas, principalmente em locais de rochas calcárias, faz com que reduza o potencial hidrogeniônico (pH) da água (ESTEVEZ, 2011). O pH apresenta resultados importantes sobre a qualidade dos recursos hídricos, pois identifica a oxidação de matéria orgânica e a fotossíntese, por exemplo, tendo relações diretas com os gases presentes na água, como o oxigênio e o gás carbônico, e até mesmo a presença de esgoto (VON SPERLING, 2005). O pH, medido com pHmetros (Figura 4), pode ser mensurado imediatamente em campo com uma ferramenta de baixo custo, geralmente utilizada em pisciculturas, com valores iniciando em R\$ 114,00 reais até mais de mil. A aula de Geografia com análise de pH pode ser relacionada com professores de Química, por exemplo.



Figura 4- PHmetro de bolso para utilização em campo (AKSO, 2015).

A condutividade também é um fator importante a se levar em consideração quando se avalia a qualidade ambiental. Essa variável mensura a disponibilidade de íons na água, quantificando a possibilidade do recurso em conduzir corrente elétrica (EMBRAPA, 2011). A mensuração se dá com o uso de um condutivímetro (aparelho com formato bastante semelhante ao pHmetro) o qual é de fácil utilização e com resultado instantâneo. Seus valores iniciam em R\$ 99,00.

Outra ferramenta importante para os estudos de geografia, baseados em análise ambiental, é o oxímetro (aparelho com formato bastante semelhante ao pHmetro). Este instrumento é importante para a mensuração da concentração do oxigênio disponível na água. A oxigenação da água se dá através da produtividade, por algas e plantas aquáticas, e

turbulência, em que o maior movimento da coluna da água causa a entrada do oxigênio, consequentemente tornando-a mais oxigenada. Em um experimento realizado em laboratório, demonstrou que a agitação manual da água confere a oxigenação da água (BOTTO et al., 2008).

Trabalhos com a mensuração de oxigênio na água podem ser realizados tanto em laboratório quanto em campo, em que o oxímetro pode ser facilmente manuseado e com resultado instantâneo. Os oxímetros de bolso são ferramentas um pouco mais caras, iniciando com valores pouco acima de R\$ 700,00.

A turbidez é outra variável de fácil mensuração e que provê resultados bastante interessantes quando se fala em geografia física e ambiental. A turbidez da água reflete a quantidade de sólidos nela dissolvidos, em que águas mais turvas apresentam mais sólidos. A turbidez é geralmente mensurada com um turbidímetro, o qual possui uma análise da coloração da água que pode também estar relacionada a quantidade de algas presentes no local investigado (ALMEIDA E FERNANDES, 2012).

Um turbidímetro custa em média R\$ 3.000, produto relativamente caro (Figura 5), mas com possibilidade de geração de resultados significativos em aulas interdisciplinares. Ainda, há a possibilidade da confecção do tubo de turbidez, em se baseia na coleta de água e alocação em ambiente sombreado pelo investigador. Então o disco de Secchi é utilizado para a quantificação visual da turbidez. Através das fórmulas utilizadas por Falcade e seus colaboradores (2017) é possível calcular as unidades nefelométricas de turbidez. O tubo de turbidez custa em torno de R\$ 50,00 e esta atividade tem potencial para interdisciplinaridade com biologia, física e matemática, por exemplo.



Figura 5- Ilustração esquemática de um turbidímetro de bancada (MS Tenopon).

Associado a turbidez, um instrumento de baixo custo e de fácil manuseio para uso em atividades de campo é o disco de Secchi (Figura 6). Este instrumento é uma barra circular de ferro achatada de coloração branca. Em sua parte central, apreende-se uma corda para seu lançamento no corpo d'água. O disco de Secchi é uma ferramenta robusta e utilizada para a análise da qualidade da água, indicando a sua transparência. O instrumento é inserido na água até onde seja possível visualizar e é anotada esta profundidade de penetração da luz (EMBRAPA, 2016).



Figura 6 - Desenho esquemático do disco de Secchi sendo utilizado em campo (Hexasystem).

Estas ferramentas de análise ambiental fornecem dados robustos para serem trabalhados de forma interdisciplinar, seja na Geografia, Biologia/Ciências, Física, Química e Matemática. Ainda é importante destacar a possibilidade de confecção destes equipamentos pelos próprios alunos com o auxílio dos professores.

Desta forma, o aluno se integra na participação desde o início, compreendendo como são formadas as ferramentas para as análises ambientais. Como projeto de custo baixo, estes equipamentos somam menos de R\$ 1000,00, considerando os menores valores e ainda aqueles que não precisam ser comprados, mas fabricados com produtos recicláveis, como é o caso do disco de Secchi.

5. CONCLUSÃO

A educação ambiental e a formal possuem muitos desafios e serem superados, apesar de serem embasadas por regulamentações e normativas, e de forma efetiva e sistematizada, sua tratativa ainda é eventual e em grande parte não se contextualiza com o ambiente vivido,

onde o discurso possui abordagem diferenciada da prática, resultando em contradições e falta de aplicabilidade por todos os envolvidos.

As metodologias utilizadas também necessitam de reestruturação, e o conteúdo apresentado pelas perspectivas tradicionais não atendem mais as demandas do ensino contemporâneo, a verbalização excessiva e a fragmentação do conhecimento estão bastante distantes da realidade do aluno.

Para promover a conscientização da necessidade de preservação dos recursos hídricos é necessário entender como os alunos compreendem e vivenciam seu espaço. Esta contextualização, da teoria com o ambiente, proporciona maior interação e construção de uma nova cultura em relação ao uso dos recursos hídricos. Essa nova cultura garante a percepção da importância de se preservar os recursos naturais para a sobrevivência e bem-estar desta e das futuras gerações.

Assim, pode-se concluir sobre a importância da utilização de tecnologias alternativas de baixo custo para o entendimento da dinâmica dos recursos hídricos para a solução ou atenuação dos problemas relacionados aos recursos hídricos.

AGRADECIMENTOS

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Prof.Água, Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento”.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Mudanças climáticas e recursos hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação. Brasília, ANA, GGES, 2016.

BALBINOT, Edemar et al. A percepção e a auto-percepção desenvolvidas por dinâmicas de grupo. Revista Eletrônica de Contabilidade, v. 1; n. 3, mar./maio 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/contabilidade/article/view/45> . Acesso em: julho 2020.

BRAGA, Ramon de Oliveira Bioco. Algumas práticas de ensino em geografia. X congresso Nacional de Educação – Educere. I Seminário Internacional de Representações, subjetividade

e educação Sirsse. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba. 7 a 11 de novembro de 2011.

CARVALHO, T. M. de. Uma abordagem ao conhecimento e a interdisciplinaridade em ciências ambientais. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 7, n. 2, p. 227-235, abr./jun. 2009

CHRISTOFIDIS, D. Olhares sobre a política de recursos hídricos no Brasil: o caso da bacia do rio São Francisco, Tese de Doutorado, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, UnB, 2001.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). Geomorfologia e meio ambiente. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 337-379.

DIAS, Juliana Alves. O ENSINO DA HIDROGRAFIA NO CONTEXTO DA GEOGRAFIA ESCOLAR. 2019. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7608>. Acesso em: 14 set. 2020.

Dóris Regina Falcade Michael Mannich Geovana Thaís Colombo. Tubo de turbidez para determinação de baixo custo da turbidez em corpos d'água superficiais. REGA, Porto Alegre, v. 14, e5, 2017.

DOWBOR, Ladislau. Tecnologias do Conhecimento. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2001. 85 p.

Embrapa. Manual de procedimentos de análises físico-químicas da água. Documento 232. Embrapa Florestas. 2011.

Esteves, F. A. Fundamentos de Limnologia. Interciência, 3ª Ed. 896 p. 2011.

FIRMINO, P.F.; MALAFAIA, G. & RODRIGUES, A.S.L. 2011. Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de rios localizados no município de Ipameri, sudoeste do estado de Goiás, através de um protocolo de avaliação rápida. Braz. J. Aq. Sci. and Tech. 15(2): 1-12.

LOLLO, José de Augusto et. al. Mudanças de uso e cobertura da terra e degradação ambiental em Bacias Hidrográficas. In: AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê; BENINI, Sandra Medina. Bacias Hidrográficas: fundamentos e aplicações. ANAP, tupã, 2018.

MANFIO, V.; BALSSAN, J. B. Geografia escolar: práticas pedagógicas e o ensino-aprendizagem do conteúdo de regiões brasileiras. Geographia Opportuno Tempore, Londrina, v. 1, número especial, p. 68-84, jul./dez. 2014.

Márcio Pessoa Botto Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Saneamento Ambiental. Doutorando em Saneamento Ambiental pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (DEHA) da UFC Francisco Suetônio Bastos Mota Doutor em Saúde Ambiental pela Universidade de São Paulo (USP). Professor Titular do DEHA/UFC. Membro da Academia Cearense de Ciências Beatriz Susana Ovruski de Ceballos. Efeito da oxigenação por agitação manual da água na eficiência de inativação de coliformes termotolerantes utilizando luz solar para desinfecção em batelada. Eng Sanit Ambient | v.14 n.3 | jul/set 2009 | 347-352.

Monitoramento de qualidade de água das atividades aquícolas em reservatórios continentais brasileiros. / autores, Flávia Tavares de Matos... [et al.]. Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDÃO, Berenice Quinzani. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 36, p. 370-374, 08 mar. 2002. Disponível em: scielosp.org/article/rsp/2002.v36n3/370-374/pt/. Acesso em: 14 set. 2020.

NASCIMENTO, Nilo de Oliveira; HELLER, Leo. Ciência, Tecnologia e Inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. *Eng. San. Ambient.* Vol. 10, Nº I – Jan-Mar, 2005, 36-48.

OLIVEIRA, J. D.; SOUSA, J. B.; SOUZA, C. A. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BRANCO, CONTRIBUINTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE. *Revista Equador (UFPI)*, Vol. 7, Nº 1, p 53 – 71, 2018.

PEREIRA, Robson da Silva. Geografia: contribuições para o ensino e para a aprendizagem da geografia escolar. 11. ed. São Paulo: Blucher, 2018. 184 p. (A reflexão e a prática no ensino médio).

RODRIGUES, Gelze Serrat de Souza Campos; COLESANTI, Marlene T. de Muno. Educação Ambiental e novas tecnologias de informação e comunicação. *Sociedade e Natureza*, Uberlândia, 20 (1): 51-66, jun, 2008.

SILVA, José Rafael da Rosa. As tecnologias de informação e comunicação no ensino de geografia: formação e prática docente. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. 2015.

SILVA, Maria Betânia Rodrigues; AZEVEDO, Pedro Vieira de; ALVES, Telma Lucia Bezerra. Análise da degradação ambiental no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba. ISSN: 1984-8501 *Bol. Goia. Geogr. (Online)*. Goiânia, v. 34, n. 1, p. 35-53, jan./abr. 2014.

SOARES, Gabriela Cristina da Silva. Cadeia causal da degradação de nascentes na bacia hidrográfica do rio Gramame – Paraíba. Dissertação de mestrado. Universidade federal da Paraíba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. 2015.

Stéfano Zorzal de Almeida¹ and Valéria de Oliveira Fernandes². Periphytic algal biomass in two distinct regions of a tropical coastal lake. 2012, vol. 24, no. 3, p. 244-254.

TUCCI, C. E. M. Enchentes. In: TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2001.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro / José Galizia Tundisi (coordenador). – Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/ Departamento de Engenharia Sanitária, 2005. v.1, 452p.

CAPÍTULO 2

FERRAMENTAS ALTERNATIVAS PARA INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL VOLTADA AOS RECURSOS HÍDRICOS

RESUMO: A água é o recurso natural mais vital para o ser humano, responsável pelo desenvolvimento econômico, pela qualidade de vida e sustentabilidade dos ciclos do planeta. A disponibilidade da água é dependente das bacias hidrográficas, que se renova por meio do ciclo hidrológico. A bacia hidrográfica é um receptor das interferências naturais e antrópicas em sua área. Tais interferências alteram sua cobertura vegetal e influenciam em seu comportamento hidrológico, resultando em impactos ambientais e disponibilidade dos recursos hídricos, comprometendo a qualidade e quantidade da água para consumo humano. O monitoramento e a investigação dos problemas ambientais necessitam do emprego de equipamentos que, em muitos casos, são de custos elevados e carecem de técnicos habilitados. Esta pesquisa tem como objetivo apresentar ferramentas alternativas de custos reduzidos para a promoção da ciência sobre a atenuação da crise hídrica. Desse modo, busca-se fundamentar a respeito dos preceitos da ciência cidadã, a educação ambiental, bem como sobre as tecnologias e formas de promoção e divulgação da ciência e da participação social no âmbito ambiental, mais especificamente sobre a crise hídrica. As tecnologias que permeiam o diagnóstico da problemática ambiental, e que envolvam os alunos em sua construção, corroboram para o entendimento destas ações, em dimensão local e regional, e suas implicações na posterioridade deste recurso hídrico. Assim, o emprego das tecnologias alternativas de custo reduzido e acessível pode ser empregado tanto por alunos em sala de aula quanto pela população para a promoção da ciência cidadã e educação ambiental, na atenuação dos problemas ambientais locais.

Palavras-chave: Crise Hídrica. Ciência Cidadã. Tecnologias de Baixo Custo.

1. INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas podem ser consideradas como “unidades fundamentais para análise ambiental”, pois possibilitam a análise do meio ambiente de modo integrado, observando, inclusive, os aspectos vegetais, geológicos, geomorfológicos, climáticos, etc (LOLLO et al., 2018). A concepção teórica é que uma bacia hidrográfica se apresenta como uma área fisiográfica drenada por um curso de água ou por um sistema de cursos de água conectados que a convergem, direta e/ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d’água (SILVA et al., 2014).

Assim, a bacia hidrográfica é um receptor das interferências naturais e antrópicas em sua área. Tais interferências alteram sua cobertura vegetal e influenciam em seu comportamento hidrológico, resultando em impactos ambientais e disponibilidade dos

recursos hídricos. As principais interferências são as atividades antrópicas, como a agricultura, pecuária, mineração, obras civis, urbanização, dentre outras, que podem ocasionar alterações do regime hídrico, das propriedades físicas e químicas e, com efeito, a perda da biodiversidade (LOLLO et al., 2018).

Silva et al. (2014) afirmam que a água é o recurso natural mais vital para o ser humano, responsável pelo desenvolvimento econômico, pela qualidade de vida e sustentabilidade dos ciclos do planeta. As discussões chamam à atenção para o fato de que o uso indiscriminado desse escasso recurso hídrico vem contribuindo, de forma intensa, para que ocorra a degradação da qualidade da água e, com isso, ampliando disparidades regionais no interior do Brasil.

O abastecimento público de água, em termos de quantidade e qualidade, aos efeitos que estão em constante atuação nos processos de globalização que envolvem a contemporaneidade humana, tem-se tornado uma preocupação humanitária efetiva, devido à escassez do recurso e a deterioração de seus mananciais, tomando, como preceitos, as dinâmicas de globalização, exploração e manutenção/renovação dos recursos naturais (BRASIL, 2004).

Desse modo, a água, ao mesmo tempo em que é importante à preservação da vida, pode causar sérios problemas à saúde do ser humano, pois, quando não tratada, pode veicular e originar inúmeras doenças, atuando como veículo, propriamente dito, do agente infeccioso e/ou através de certas substâncias químicas contidas na água numa quantidade inadequada, tais como os pesticidas e substâncias como arsênico, bário, cádmio, chumbo, selênio, manganês, nitratos, fenóis, dentre outros (BATALHA, 2008).

De acordo com Coubet (2004), só nos países pobres morrem cerca de 2 milhões de pessoas por ano, sendo que grande parte são crianças, os quais são envolvidos por doenças gastrointestinais, propagadas pela má qualidade da água. Já no Brasil, Leite (2003) aponta que, morrem cerca de 29 pessoas por dia, por doenças decorrentes da má qualidade da água e do não tratamento de redes de esgoto.

O controle da qualidade da água para abastecimento público é regido pela Portaria da Consolidação n. 05/2017, do Ministério da Saúde, que estabelece as normas e responsabilidades que estão relacionadas ao controle e vigilância da água para o consumo humano, bem como seu padrão de potabilidade, visto que a vigilância da qualidade da água para consumo humano é um conjunto de ações adotadas, continuamente, pela autoridade de saúde pública, para

verificar se a água consumida pela população atende às normas de potabilidade e avalia os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam à saúde humana (BRASIL, 2017).

Segundo Nascimento e Heller (2005), a água necessita de um padrão de qualidade, pois se trata de um recurso essencial à vida humana, que desempenha um papel fundamental de substrato à vida das mais diversificadas formas de vidas. Além disso, enquanto um capital natural, a água fornece três funções ambientais básicas: 1) insumo ao sistema produtivo; 2) assimila resíduos gerados por diferentes atividades de origem antrópica e; 3) provê utilidades estéticas e de lazer.

Diante disto, esta pesquisa tem como principal objetivo apresentar ferramentas alternativas de custos reduzidos para a promoção da ciência sobre a atenuação da crise hídrica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. NECESSIDADE DE SENSIBILIZAR A POPULAÇÃO SOBRE A CRISE HÍDRICA

Ao se pensar em água, acredita-se, com convicção, que se trata de um recurso natural de grande profusão. De fato, muitas vezes, essa impressão original encontra reforço ao se observar os enormes rios e lagos em diversas cidades ao redor do planeta, *verbi gratia*, o rio Amazonas, rio Nilo, etc. Apesar de sua grande disponibilidade na maioria das regiões brasileira, segundo a Lei Federal nº 9.433/1997, o uso da água é, primeiramente e prioritariamente, para o consumo humano (BRASIL, 1997).

Essa perspectiva, todavia, parte de uma observação assistemática, uma vez que o observador se baseia num ponto de vista limitado. Por sua vez, em se tratando dos estudos consoantes à disponibilidade de água potável, faz-se necessário que notemos a crescente inquietação, em observância à escassez do patrimônio em voga. Assim, para Leal (2018), pode-se observar que, ao longo da história, o Planeta Terra vem sendo “estudado, analisado e investigado em múltiplas formas, visões e perspectivas”.

Ainda de acordo com Leal (2018), o ciclo da água é “incessante, movimentando-se, renovando-se e redistribuindo-se espacial e temporalmente pelas superfícies, formando redes fluviais em bacias hidrográficas”. O fato de a água ser um fator determinante para a existência

da vida na Terra torna-se de grande relevância o estudo detalhado no que tange à quantidade e qualidade dos recursos hídricos presentes na geografia atual, para que se possa, não apenas conhecer nosso planeta, mas, com efeito, desenvolver meios de reparar danos causados pela interferência humana.

Vale ressaltar que, para Targa e Batista (2015), os debates concernentes à crise hídrica, na atualidade, vão além da escassez do recurso água, propriamente ditos. Ou seja, ao estabelecermos as investigações sobre água, necessariamente acionamos questões étnicas, sociais e culturais.

Segundo Fischer et al. (2016), a crescente crise hídrica que o mundo enfrenta, tem forçado a humanidade a repensar, drasticamente, a sua concepção acerca do consumo de água. As pesquisas que são realizadas sob essa vertente, relacionam-se, principalmente, à problemática atrelada ao crescimento do consumo desregrado e desenfreado nos grandes centros urbanos, no meio rural, e, sobretudo, nas políticas que permeiam o funcionamento do agronegócio em geral (FISCHER et al., 2016).

Palma (2016) afirma, em seu estudo a respeito do monitoramento e da qualidade da água, com enfoque em ciência cidadã, na cidade de Brazlândia, no Distrito Federal, com base nos dados divulgados pela ANA em 2009, que o “monitoramento de qualidade de água, em âmbito nacional, ainda é insatisfatório e não permite conhecer adequadamente o problema da poluição hídrica em âmbito nacional” (PALMA, 2016). Ou seja, temos, ainda, iniciativas tímidas em relação à preservação, consumo, tratamento e monitoramento da qualidade da água que chega à mesa do consumidor, seja ele urbano ou rural.

Os reflexos oriundos do processo de globalização e o avanço tecnológico das cidades, os voluptuosos crescimentos da população mundial, bem como o significativo investimento na implementação e no desenvolvimento de médias e grandes indústrias das mais diversas origens, têm sido apontados como fortes causas da crise hídrica (FISCHER et al., 2016; PALMA, 2016).

Assim, nota-se que há uma reflexão que foca mais em detectar os sintomas da crise, do que propriamente as causas que levaram à ocorrência. Durante o tempo, se pensarmos por esse viés, estará buscando-se medidas que não contribuirão, de maneira efetiva, à resolução da problemática, mas, sim, gradativamente, ocorre uma somatória de efeitos colaterais, resultando em quadros relativamente piores do que os anteriores (FISCHER et al., 2016).

Ainda de acordo com Fischer et al. (2016), a crise pode ser atribuída a um fenômeno de ordem ambiental maior, que está condicionado aos efeitos do aquecimento global. Sem dúvida, ao longo da história, a desertificação e a perda da biodiversidade, também foram fatores que colaboraram para que se chegasse a esse ponto. Com isso, do ponto de vista científico, os pesquisadores vêm buscando alternativas, no sentido de superarmos esses *deficits*, bem como a articulação de mecanismos que visem a preservação e garantia do recurso natural a nível mundial.

Conforme Palma (2016):

[...] O manejo adequado dos recursos hídricos visa a redução dos inúmeros conflitos associados aos múltiplos usos da água na sociedade, cada qual com suas demandas específicas, devendo, assim, contemplar os diversos atores envolvidos [...] (PALMA, 2016, p. 2).

A ciência cidadã é, com efeito, uma força que emana do voluntarismo popular e que possui um expressivo potencial, no que se refere à aplicação de conhecimentos diversos, por exemplo, na área de gestão de recursos hídricos. Contudo, a ciência cidadã ainda está sendo acometida por diversas controvérsias e dificuldades metodológicas (PALMA 2016). Para Lakshminarayanan (2007), o foco da ciência cidadã não está nos cientistas tradicionais que utilizamos cidadãos como coletores de dados, mas a oportunidade de os cidadãos se comportarem como cientistas.

A educação da sociedade por meio da ciência cidadã pode ser algo considerado como uma ferramenta importante e eficaz na solução de problemas relacionados à qualidade, consumo, tratamento e preservação/renovação da água, que está intimamente atrelada a fatores culturais, sociais econômicos e, sobretudo, ecológicos.

Ou seja, para que se busquem melhorias essenciais, no que se refere à água, deve ser demonstrado interesse por parte dos domicílios, da mídia informativa, do poder público político e, até mesmo, dos grandes empresários, dos produtores rurais e demais agentes que tanto necessitam do recurso à continuidade da vida humana e do convívio sustentável e social dos grupos humanos que se organizam pelo mundo (FISCHER et al., 2016; ANA, 2011; PALMA, 2016).

2.2. A PARTICIPAÇÃO DA POPULAÇÃO NA ATENUAÇÃO DA CRISE HÍDRICA

De acordo com Soriano et al. (2016), uma vez que a população participe, de maneira efetiva, no processo de atenuação da crise hídrica, a problemática vai ganhando soluções que caminham rumo a uma qualidade de vida mais digna, saudável e sustentável, de forma a evitar perdas e mais poluição ao meio ambiente. A garantia desses recursos está, justamente, nos quesitos de gerenciamento, acompanhamento e garantia de água potável a essa população, sobretudo urbana, que depende dela à sua sobrevivência e desenvolvimento das atividades rotineiras do funcionamento da urbanização e convívio social.

Os impactos oriundos da variabilidade da água, podem ser contidos através da implementação de uma gestão adaptativa. O órgão propõe que, frente a essa perspectiva estratégica, o planejamento deve ser projetado com base nos cenários e nos riscos enfrentados pela crise, pois, desse modo, será possível adotar medidas que possibilitem flexibilidade em uma melhor gestão hídrica. A gestão deve ser capaz de administrar os eventos associados, por sua vez, à variação climática, ao abastecimento e demais adequações, sejam regionais, estaduais, nacionais, bem como às mudanças da sociedade e da economia como um todo (ANA, 2016).

Uma das formas de participação da sociedade na atenuação da crise hídrica, segundo Silva et al. (2015), se dá por meio da ciência cidadã, que está baseada na participação efetiva e informada, além de consciente e voluntária dos cidadãos, onde os mesmos podem gerar e analisar dados verificáveis, discutir e apresentar os resultados dos pressupostos observados, de maneira que possam compartilhar os conhecimentos produzidos, deslocados a partir dessa iniciativa social. Ciência cidadã é, desse modo, o lugar científico onde ocorrem as investigações científicas feitas por um conjunto de colaboradores que, em parte, não são cientistas, mas contribuem à efetivação de novos olhares científicos à sociedade.

A ciência cidadã tem se destacado fortemente nos últimos anos, onde foi e é marcante à difusão do conhecimento científico, pois sua constituição permeia a multidisciplinariedade. Por meio da participação ativa da população podem-se promover atividades científicas que versem a respeito, por exemplo, da crise hídrica, do ponto de vista local, regional, estadual e nacional. Ao gerar experiências, a ciência cidadã faz com que

compreendamos e evoquemos novos conhecimentos, tanto ao próprio domínio da ciência, quanto ao participante do evento científico em questão (MAMEDE et al., 2017).

A contribuição da sociedade na gestão dos recursos hídricos pode se dar também por meio dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH). Os CBHs consistem na gestão dos recursos hídricos de forma descentralizada, com a participação do poder de representantes do público, da sociedade civil e dos usuários, com o objetivo de garantir a pluralidade de interesses na definição do destino a ser dado aos recursos hídricos no âmbito de cada bacia hidrográfica e possibilitar a mais ampla fiscalização das ações, desde sua definição até a elaboração de projetos e o controle da eficácia e da aplicação dos recursos financeiros, assim como a universalização das informações existentes e produzidas sobre recursos hídricos (MACHADO, 2013).

Desse modo, os projetos que se desenvolvem com fundamento na temática relacionada à busca por avaliações, análises e soluções consoantes ao atual estado de nosso planeta, e, que, sincronicamente, sejam perscrutados em parceria com o corpo social local, podem gerar impactos positivos e efetivos, ao alcançar as comunidades em macro e micro espaços socioculturais.

2.3. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A CIÊNCIA CIDADÃ COMO FERRAMENTAS PARA ATENUAÇÃO

A Educação Ambiental, de acordo com a Lei Federal n. 9.795/1999, consiste nos processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Já a ciência cidadã consiste na parceria entre cientistas e cidadãos que, trabalhando juntos, conseguem otimizar a produção científica. Um modelo bastante comum envolve a parceria de milhares de voluntários na coleta de dados ou informações que serão posteriormente analisados por um cientista. Segundo Soares (2011), os voluntários participam ativamente dos projetos, cedendo tempo e trabalho.

Pode-se perceber que a ciência cidadã tenta encontrar um caminho possível através das representações monolíticas usuais de ciência e do público, pois tanto a compreensão

pública da ciência quanto à compreensão científica do público vão, portanto, ser consideradas. Além de possuir esse caráter de cooperação entre os indivíduos, na produção do conhecimento científico, a ciência cidadã prima pela valorização do ser e do princípio da coletividade, promovendo a interação entre os cidadãos e, conseqüentemente, inclusão social e o empoderamento do homem por meio do saber (IRWIN, 1995).

De acordo com Mamede, Benites e Alho (2017):

[...] a ciência cidadã pode ser firmada com todo esforço entre cientistas [...] bem como entre cidadãos que desejam compreender o funcionamento dos processos naturais evidenciados pela ciência e oportunamente envolver-se com ela [...] (MAMEDE; BENITES; ALHO, 2017, p. 155-156).

Nesse sentido, segundo Mamede et al. (2017), “a criatividade humana na era digital, expandiu o universo das redes sociais e seu progresso têm gerado ampla participação social em múltiplos contextos”. Essa nova realidade de conectividade, pode contribuir significativamente ao processo de construção do conhecimento científico, por meio da educação ambiental atrelada aos preceitos da ciência cidadã (MAMED et al., 2017).

Mamede, Benites e Alho (2017) alertam, ainda, que no âmbito da conservação ambiental “direcionar o uso dessas tecnologias para o fortalecimento e [...] compreensão pública da ciência, pode trazer motivação, interesse e benefícios mútuos, ao leigo e ao cientista ou instituição promotora da ação”.

De acordo com as concepções de Teixeira, Marques e Pereira (2017) a educação ambiental é um tema imprescindível de ser frisado para a sociedade, principalmente no que tange o ambiente escolar, evidentemente pelo fato de se perceber a necessidade de melhorias em nosso amplo panorama global, devido a diminuição da qualidade de vida social.

E isso pode ser comprovado pelo fato de o ser humano presente em um mundo paulatinamente mais globalizado estar sujeito a uma série de compromissos, obrigações corriqueiras, e a falta de ócio, o que, por conseguinte, são questões que afastam as obrigações e o interesse do ser humano para com as obrigações ambientais e de sustentabilidade, conforme afirma Guedes (2006, apud TEIXEIRA; MARQUES; PEREIRA 2017, p. 67).

De acordo com Carvalho (2006):

[...] a educação ambiental deve ser vista como um ato político, direcionado para a transformação social, que seja capaz de transformar valores e atitudes,

agindo na construção de novos hábitos e conhecimentos. A educação ambiental defende uma nova ética capaz de sensibilizar e conscientizar a transformação da relação integrada do ser humano, da sociedade e da natureza, desejando o equilíbrio local e global como caminho para melhorar a qualidade de vida em todos os níveis (CARVALHO, 2006, p. 71).

Nesse contexto, Santos e Gardolinski (2015) ressaltam que o implemento da educação ambiental em escolas, é uma forma célebre e eficaz de promover a conquista social pertinente a elaboração de práticas de vida mais sustentáveis, e isso pode ser comprovado através de muitos debates que ocorreram no cenário nacional e internacional, no que diz respeito ao meio ambiente, sendo que estes debates estabeleceram que as escolas podem e devem se tornar aliadas para o provimento de uma sociedade cada vez mais consciente e preocupada com o desenvolvimento sustentável do planeta.

Todavia, respaldando-se nas afirmações desses autores supracitados, isto pode ser alcançado com o desenvolvimento do senso crítico humano, a transformação dos espaços da conscientização ambiental, a modificação do comportamento do ser humano, e por conseguinte o incentivo do respeito a vida, o que por ventura dissemina novas práticas de vida sustentáveis acrescido de uma manutenção da utilização de recursos naturais.

Segundo Sorrentino (1998 apud Jacobi, 2003, p. 190) o documento da Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade, Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade, este realizado na Grécia, em Tessalônica, ressaltou a necessidade de ser articuladas ações vinculadas a educação ambiental, tendo como base a ênfase de conceitos ligados a ética, a práticas de vida sustentáveis e não obstante a participação social em práticas interdisciplinares.

A implementação da educação ambiental em escolas, principalmente quando inserida nas aulas de geografia, destacando a relevância e as vertentes do quesito interdisciplinar seus benefícios e desafios de sua inserção para com a sociedade vigente. Fica nítido a existência de diferenças sociais e dos subsídios governamentais destinados às escolas, principalmente no que cerne os países em desenvolvimento quando comparados aos países desenvolvidos, pois é certo que em países subdesenvolvidos os investimentos no campo educacional mostram-se inferiores, fazendo-se com que não obstante, os professores possuam salários ínfimos, o que acabam por incorporar em suas rotinas uma carga veemente de aulas para complementação do salário, o que evidentemente mitiga o cumprimento e dedicação com especializações e estudo de temas interdisciplinares (OLIVEIRA, 2018)

2.4. USO DE FERRAMENTAS EM SALA DE AULA PARA INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL E CIÊNCIA CIDADÃ

De acordo com Lollo et al. (2018), no tocante à legislação vigente, acerca, especificamente da Política Nacional de Recursos Hídricos. É estabelecido, em Brasil (1997), no artigo primeiro, inciso V da Lei Federal n. 9.433/1997, que as bacias hidrográficas são unidades físico-territoriais para o planejamento ambiental, onde o diagnóstico deve considerar aspectos ambientais, políticos, culturais e socioeconômicos de cada região hidrográfica, valorizando assim as singularidades e estratégias de gestão na bacia.

O estudo dos recursos hídricos deve levar em conta, tanto os aspectos físicos relacionados ao estado da hidrografia local, quanto às especificidades socioeconômicas pertencentes à localidade. Ao se pensar soluções exequíveis no controle do uso impróprio desse fluido, faz-se indispensável a busca de alternativas que incentivem a implementação de opções sustentáveis e que estejam em congruência com a realidade local (LOLLO et al., 2018).

A possibilidade de mudança de estilo de vida, ou adoção de um estilo de vida mais sustentável, mas, de outro, observamos vertiginosas mudanças trazidas pela tecnologia, de forma geral. Para as empresas estatais e determinados setores da comunidade científica, concebe-se que o desafio, ou risco, não representa apenas uma situação de pressão, mas um cenário de oportunidades – de lucro, em outras palavras, por exemplo, com inovações que propiciam a geração de energia limpa (eólica, solar) ou a economia de energia, e, ainda, métodos de construção verdes (ECHEGARAY e AFONSO, 2014).

Os programas formativos de cidadão-cientistas têm, geralmente, por objetivo, envolver pessoas motivadas em contribuir para o bem comum, por meio da articulação de saberes populares e científicos, promovendo impacto local e ampla divulgação. É essencialmente educativo, o processo de formar cidadão-cientistas, e visa, justamente, melhorias ao contexto socioambiental, através da crítica sistemática ao modelo de produção socioeconômica vigente, hegemônico, por assim dizer. Conforme Layrargues e Lima (2011) são propostas, ainda, “[...] estratégias de superação do modus operandi, questão central enfrentada pela Educação Ambiental crítica”. O cidadão, ao ser introduzido no universo científico, passa a ter um olhar crítico, que vê além do que está posto.

As temáticas relacionadas e priorizadas em programas de formação de cidadão-cientistas objetivam, em geral, envolver pessoas motivadas em contribuir para o bem comum, por meio da articulação de saberes populares e científicos promovendo impacto local e ampla divulgação. Entendemos que se trata de um processo fundamentalmente educativo que visa a melhoria do contexto socioambiental atual por meio da crítica as formas de produção econômica e social dominantes, bem como, a proposição de estratégias de superação do *modus operandi*, questão central enfrentada pela Educação Ambiental Crítica (LAYRARGUES; LIMA, 2011).

O termo - cidadão-cientista para Shirk e Bonney (2015), “[...] descreve parcerias entre cientistas e voluntários leigos, os quais possuem efetiva participação em coletas e/ou análises de dados científicos, quando de pesquisas aplicadas a temas de interesse público”. Esse termo descreve parcerias entre cientistas e voluntários leigos, os quais possuem efetiva participação em coletas e/ou análises de dados científicos, quando de pesquisas aplicadas a temas de interesse público.

Para Silva (2017), um cidadão cientista é uma pessoa da comunidade que auxilia em investigações científicas por meio de suas ações e atividades. No caso de aves, por exemplo, o cidadão cientista pode contribuir monitorando e preservando o habitat desses animais. Além disso, a autora enfatiza que fazer ciência cidadã é documentar novas descobertas.

Ao procurarmos entender o que é ciência cidadã, nos reportamos ao próprio termo “cidadã ou cidadão” que nos indica onde queremos chegar, que é no envolvimento de indivíduos ou grupos de pessoas leigas/comunidades em projetos comuns, sendo que parte desses grupos não está ligada ao meio acadêmico, mas que contribuem para a sociedade como um todo. Para isso vão se valer do conhecimento popular e de experiências próprias na aplicação de qualquer projeto de interesse, ou seja, o interesse da comunidade (LEAL, 2019).

Ainda de acordo com Leal (2019), a ciência cidadã refere-se ao engajamento do público em geral nas atividades de pesquisa científica quando os cidadãos não acadêmicos contribuem ativamente para a ciência, seja com seu esforço intelectual, com seu conhecimento territorial ou com suas ferramentas e recursos.

2.5. APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE BAIXO CUSTO COMO ALTERNATIVA PARA SENSIBILIZAÇÃO E POSSIBILIDADE DE FORMAR CIDADÃOS CRÍTICOS

As ferramentas alternativas para o monitoramento ambiental têm como principal objetivo ajudar a minimizar os problemas causados pela ação do homem ao meio ambiente (DIAS, 2001). São diversos parâmetros utilizados no diagnóstico de problemas ambientais, como precipitação, vazão dos rios, temperatura da água, dentre outros.

A precipitação é um dos parâmetros de fundamental importância na bacia hidrográfica, pois regula a quantidade de água disponível na mesma. Ela é avaliada por meio de medidas executadas em postos previamente escolhidos, ditos pluviométricos, utilizando-se de aparelho chamado pluviômetro ou pluviógrafo, conforme sejam simples receptáculos (provetas) de água precipitada em intervalos de tempo conhecidos ou registrem essas alturas ao longo do tempo (TUCCI, 2005).

Os molinetes hidrométricos são dispositivos empregados para a medição da velocidade da água dos rios, para o cálculo da vazão, as séries de dados de vazão podem ser utilizados para previsões de enchentes e secas. O disco de secchi é um disco circular de cor branca (ou preto e branco), especialmente construída para estimar a transparência e o nível de turbidez de corpos de água como oceanos, estuários, lagos e rios. Já o anemômetro é utilizado para a medição da velocidade do vento e são indispensáveis principalmente para avaliar a meteorologia e sua variação. A velocidade do vento aliado ao clima, umidade e densidade do ar vai ajudar a fazer uma previsão do que está por vir (FERRARI, 2017).

A medida da pressão atmosférica é realizada pelo barômetro. A pressão é aplicada para a previsão do tempo. O termômetro mede a temperatura, em termos ambientais pode ser usado para a medição da temperatura dos corpos hídricos e do ar para a previsão do tempo. A régua hidrométrica serve para medir o nível dos rios e, com isso, medir a vazão indiretamente. Já o relógio de sol é um instrumento que mede a passagem do tempo pela observação da posição do Sol e pode ser usado para consultar as horas, em locais externos onde normalmente as pessoas não estão utilizando relógios de pulso, como na praia, em canchas de esporte e em piscinas, por exemplo. O hidrômetro é um equipamento que mede o consumo de água nas residências. O teste de velocidade de infiltração de água no solo é importante para se entender o movimento e a retenção de água, ar e solutos no solo (MOREIRA et al., 2017).

A implementação do uso de tecnologias sustentáveis no combate ao mau uso da água pode ser subsidiada por meio da comunidade escolar, especialmente no que tange a formação cidadã das futuras gerações (ROCHA et al., 2020).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado no município de Salto do Céu-MT, a uma latitude 15°07' Sul e a uma longitude 58°07' Oeste, estando a uma altitude de 300 metros. Possui uma área de 1299,57 km².

O clima de Salto do Céu é o tropical subúmido, caracterizado por um período chuvoso, entre outubro e março, e um período seco, entre abril e setembro. Durante os meses de abril a setembro, frentes frias e massas de ar polar atlântica trazem o frio, derrubando as temperaturas bruscamente, durante o dia, não ultrapassando os 15°C, e, durante a madrugada, alcançando 6°C ou menos. De setembro a novembro, a temperatura pode alcançar 40°C, sendo comum dias com máximas de 37°C.

Localizado na região sudoeste do Estado de Mato Grosso, a 371 km da capital, Cuiabá, Salto do Céu possui uma população de 3.908 pessoas, conforme o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A economia do município é movida, principalmente, pela pecuária, com destaque ao manejo de gado leiteiro e de corte, na extração vegetal e na agricultura, cultivo de cana-de-açúcar, entre outras lavouras, dependentes, sobretudo do rio Branco (IBGE, 2017).

O reservatório urbano de Salto do Céu é abastecido pelo rio Branco, principal reserva hídrica, que também atende a outros municípios, como Rio Branco-MT, até desaguar no rio Sepotuba. Salto do Céu representa 4% de participação da bacia deste último. Por sua vez, o rio Sepotuba é afluente da Bacia do Alto rio Paraguai, sendo um dos seus principais tributários e da Cabeceira do Pantanal Matogrossense (SIEBERT, s/d). A Figura 7 mostra as bacias hidrográficas do município de Salto do Céu-MT

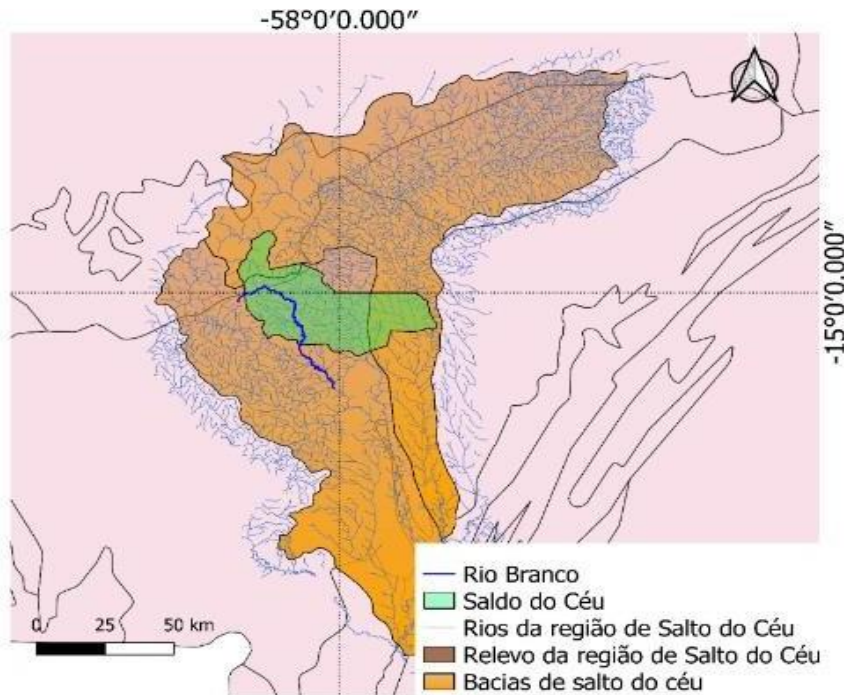


Figura 7 - Bacias hidrográficas do município de Salto do Céu-MT (Fonte: Próprio autor).

3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para tecer uma conjuntura a respeito dos processos de controle de qualidade e quantidade da água na bacia de Rio Branco-MT, faz-se necessário compor um arcabouço teórico que propicie o desenvolvimento de novas tecnologias acessíveis no combate ao uso desordenado desse recurso vital: a água.

A metodologia de ensino empregada foi pautada na concomitância entre o trabalho com o indivíduo (alunos e comunidade escolar) e o uso de novas tecnologias de baixo custo, para que se propicie um processo interativo, em que o aluno é protagonista na elaboração de um produto que auxilia na obtenção de dados para avaliação do ambiente e condições hídricas presentes na bacia do Rio Branco, especificamente na parcela localizada em Salto do Céu-MT.

Foi realizado um levantamento bibliográfico, com o intuito de compreender a importância da participação social na atenuação da crise hídrica, e posteriormente construído uma cartilha contendo propostas de construção de tecnologias de custo acessível, que auxiliem na compreensão da problemática ambiental e hídrica, replicáveis em sala de aula como aula propositiva a campo. Nesta cartilha é descrita a função e o passo a passo das

seguintes tecnologias: Pluviômetro, Fluviômetro, Disco de Secchi, Anemômetro, Barômetro, Termômetro de álcool, Régua Hidrométrica, Relógio de Sol, Higrômetro, Teste de velocidade de infiltração de água no solo.

Foram elaborados vídeos, contendo informações acerca dos materiais utilizados e instruções de como montar as tecnologias citadas acima. Estes vídeos foram enviados a alguns alunos do ensino médio da escola estadual local, para que realizassem uma construção-teste destas tecnologias. Foram realizadas palestras públicas on-line, com a participação de toda a comunidade escolar, para apresentação das construções-testes realizados e seus resultados.

Para fins de divulgação, os vídeos foram veiculados em diversas mídias sociais, como Instagram, YouTube, página da escola local, e, no Facebook, foi criada uma página intitulada “Águas Salto do Céu” (www.facebook.com/groups/794379247873269), como fomento à divulgação para a comunidade local, em parceria com os alunos, na busca de alcançar pessoas sensíveis às mudanças locais e globais, angariando colabores para a disseminação de discursos e iniciativas que abordem esses fenômenos climáticos, em especial na atual conjuntura em que se encontram os aspectos geográficos da Terra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia proposta apresenta uma série de tecnologias alternativas, bem como sua aplicação e método de desenvolvimento, para investigação ambiental de custo reduzido, tanto para aplicação como material didático em sala de aula quanto para utilização da população em geral na investigação de problemas ambientais, promovendo, assim, a educação cidadã.

A seguir são apresentados os equipamentos alternativos de custo reduzido e acessível, suas aplicações para o monitoramento ambiental e o passo a passo para a construção, assim como os materiais utilizados.

- **Pluviômetro**

O pluviômetro é um equipamento que serve para medir o volume de água precipitada em intervalos de tempo, enquanto durara chuva, numa determinada área. Os dados de

precipitação são utilizados para a previsão de chuvas e possíveis inundações de áreas urbanas, bem como para alertar populações que moram em áreas de riscos de desabamento.

Materiais necessários

- Uma garrafa PET lisa de 2 litros
- Pedrinhas ou bolinhas de gude (cerca de 10 unidades ou até superar o fundo ondulado da garrafa)
- Régua de 30 centímetros
- Estilete
- Fita adesiva colorida
- Água
- Corante.

Modo de fazer

1. Com o estilete, corte a garrafa PET na altura em que ela deixa de ser curva e começa a ficar reta, a uma distância aproximada de 10 centímetros do bico.
2. Preencha cerca de 5 centímetros da garrafa com as pedrinhas ou bolinhas de gude. Complete com água até cobri-las e acrescente algumas gotas de corante.
3. Cole um pedaço de fita colorida na altura do nível da água fazendo uma marca.
4. Com a fita adesiva, fixe a régua na vertical do lado de fora da garrafa fazendo com que o número zero da régua coincida com o nível da água. Corte a parte que ficar além da garrafa.
5. Encaixe o bico da garrafa de ponta-cabeça dentro na abertura do pluviômetro.

A Figura 7 apresenta o passo a passo para construir o pluviômetro.

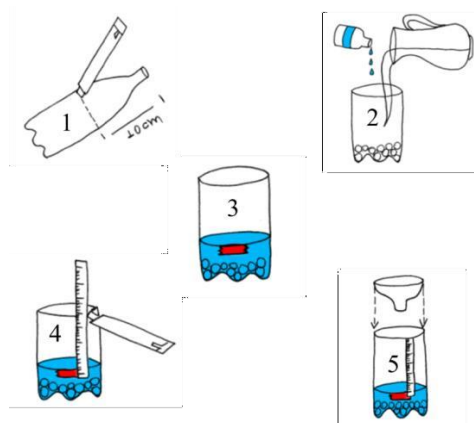


Figura 8 - Etapas para construção do Pluviômetro (Fonte: Próprio autor).

Para a aplicação, deve-se colocar o pluviômetro em um lugar plano e aberto, sem que haja nada acima dele ou dos lados que impeça a chuva de atingi-lo. Após a chuva, recolha o

objeto e observe quantos milímetros o nível da água subiu na régua. Essa será a medida da chuva para o período em que a medição foi realizada.

- **Molinete hidrométrico**

Os molinetes hidrométricos são dispositivos empregados para a medição da velocidade da água dos rios, para o cálculo da vazão, as séries de dados de vazão podem ser utilizados para previsões de enchentes e secas. Este equipamento poder aplicado nas aulas didáticas para medir a velocidade da água do rio e posterior vazão do rio, que é o volume de água que passa numa seção transversal do rio num determinado tempo. Pode ser utilizado também para estimar o tempo que uma pluma de contaminante de óleo, por exemplo, leva para se deslocar de um ponto a outro.

Materiais necessários

- 1 contador de giro de bicicleta;
- 1 tubo de caneta bic;
- 1 fita isolante;
- 1 Imã Neodímio 15x5mm;
- 1 Cata vento que vem como brinquedo nas balinhas;
- 1 Rolamento pequeno;
- 1 braçadeira de metal grande;
- 2 braçadeiras de plástico;
- 1 cabo de vassoura;
- 1 plaqueta de marca vaso de planta;
- 1 veda rosca;
- 1 cola instantânea;
- 1 furadeira.

Modo de fazer

- Retire a tampinha de alumínio que protege o rolamento (isso faz com que ele gire mais rápido)
- Raspe a ponta do cabo de vassoura até que o rolamento se encaixe nela;
- Faça um buraco cerca de 4 cm acima da ponta do cabo raspada para passar a braçadeira de metal;
- Passe a braçadeira de metal pelo buraco, e depois leve ela acima do rolamento e a fixe bem, para que apenas o miolo do rolamento se desloque no momento da medição;
- Faça um furo no meio da plaqueta, do tamanho para passar o tubo da caneta;
- Passe o tubo da caneta sobre o miolo do rolamento, use veda rosca para preencher perfeitamente o espaço entre eles;
- Cole o Imã na extremidade da plaqueta;

- Coloque o sensor do giro de bicicleta em um ponto próximo de onde o ímã colado a plaqueta passe no momento em que estiver girando, use a braçadeira de plástico para fixá-la;
- Coloque o contador no maior ponto possível do cabo e use a outra braçadeira de plástico para fixá-lo;
- Use a fita isolante para isolar o sensor do contador de giro da água, de várias voltas até que o sensor fique bem protegido;
- Coloque o cata vento na ponta do tubo da caneta, veja se ele está girando bem.

A Figura 8 apresenta o molinete hidrométrico construído.



Figura 9 - Molinete hidrométrico construído (Fonte: Próprio autor).

Para medir a velocidade da água, deve-se colocar a hélice do molinete dentro da água, verificar e anotar a quantidade de giros pelo tempo, o qual será velocidade.

Vale ressaltar que, a tecnologia alternativa do molinete hidrométrico aqui proposta apresenta custo médio de R\$ 200,00, sem levar em consideração o custo de mão de obra, partindo do princípio que o usuário pode construir, enquanto que o convencional possui custo aproximado de cerca de R\$ 10.000,00.

- **Disco de Secchi**

O disco de Secchi é um disco circular de cor branca (ou preto e branco), especialmente construída para estimar a transparência e o nível de turbidez de corpos de água como oceanos, estuários, lagos e rios. Este equipamento pode fornecer um registro útil do crescimento e decadência da vida vegetal aquática. Além disso, também pode auxiliar no monitoramento

visual do movimento de materiais suspensos e da migração de sedimentos, bem como as variações da transparência da água e atividade biológica.

Materiais necessários

- 1 tampa redonda de plástico com aproximadamente de 15 cm de diâmetro;
- 1 Tinta spray branca;
- 1 Tinta spray preta;
- 2 metros de cano de PVC de 1/2 polegada;
- Fita métrica;
- Cola para PVC;
- Cola instantânea.

Modo de fazer

- Usar as tintas preta e branca para pintar a tampa como ilustra a Figura 9;
- Colar o cano de PVC no centro da tampa de plástico;
- Colar a fita métrica no cano de PVC, iniciando a partir da tampa.

A Figura 9 apresenta o molinete hidrométrico construído.

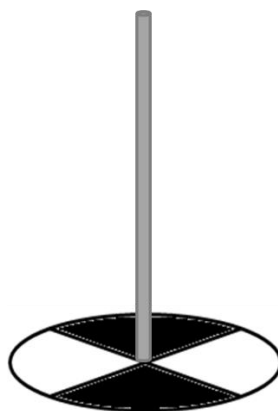


Figura 10 - Disco de Secchi (Fonte: Próprio autor).

Para usar o disco de Secchi deve-se introduzir no corpo hídrico (rio, lago e etc.) até onde puder enxergar a olho nu e anotar essa profundidade.

● **Anemômetro**

O anemômetro é utilizado para a medição da velocidade do vento e são indispensáveis principalmente para avaliar a meteorologia e sua variação. A velocidade do vento aliado ao clima, umidade e densidade do ar ajudar a fazer uma previsão do que estar por vir.

Materiais necessários

- 1 Base de madeira medindo 25cm x 25 cm;
- 1 Tubo de caneta bic;
- 1 Palito para churrasco;
- 2 Tiras de papelão grosso medindo 30cm x 3cm;
- 2 Bolinhas de ping pong;
- 1 Cola quente
- 1 Velocímetro digital para bicicleta.

Modo de fazer

- Colar as tiras de papelão em formato de cruz;
- Partir as bolinhas de ping pong ao meio e colar uma em cada ponta das tiras de papelão;
- Colar o palito de churrasco no centro do cruzamento das tiras de papelão;
- Colar o tubo de caneta no centro da base de madeira;
- Fixar o velocímetro na base de madeira;
- Introduzir o palito de churrasco no tubo de caneta.

A Figura 10 apresenta o anemômetro construído.

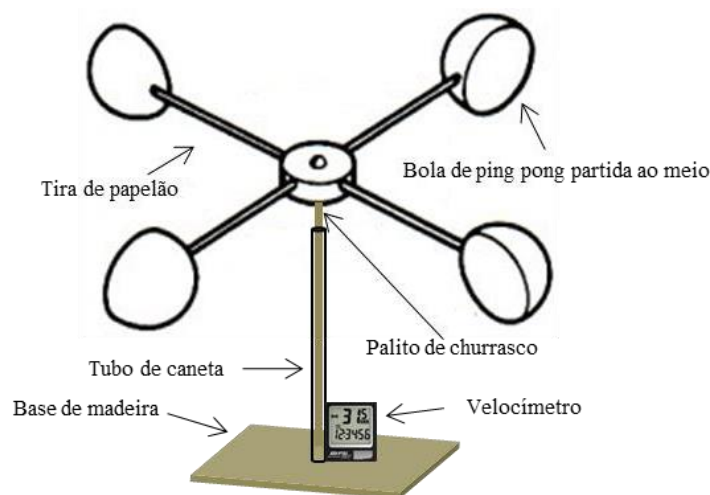


Figura 11 - Montagem do anemômetro (Fonte: Próprio autor).

Para a aplicação do anemômetro deve-se colocar em um ambiente aberto e exposto ao vento. Quando a corrente de ar passar pelo instrumento e atingir as semiesferas de bolinhas de ping pong começarão a girar, e a velocidade será computada pelo velocímetro.

● Barômetro

A medida da pressão atmosférica é realizada pelo barômetro. Os barômetros são subdivididos em dois grupos, os barômetros de líquidos e os barômetros aneroides. A pressão atmosférica é uma das variáveis utilizadas para a previsão do tempo.

Materiais necessários

- 1 Garrafa PET de 2 litros;
- 1 Mangueira de pedreiro de 50 cm de comprimento;
- 1 Cola instantânea;
- 1 Base de madeira de 30 cm 10 cm;
- 1 Corante;
- 1 Régua;

Modo de fazer

- Furar a garrafa PET a aproximadamente 5 cm do fundo;
- Inserir a mangueira no furo e colar para que não ocorra vazamento do líquido;
- Colar o fundo da garrafa na base de madeira;
- Colar a régua numa das extremidades da base de madeira;
- Colar a mangueira na régua, como mostra a Figura 14;
- Colocar água na garrafa até a altura onde se inicia o afunilamento;
- Adicionar o corante na água, tampar a garrafa e chacoalhar.

A Figura 11 apresenta o barômetro construído.

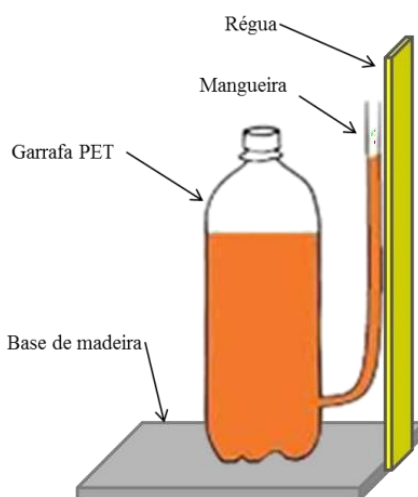


Figura 12 - Construção do barômetro (Fonte: Próprio autor).

Após adicionar o corante e chacoalhar a garrafa com a água, deve-se observar ao longo do dia a variação do líquido na mangueira e anotar. Quando o líquido se deslocar para

baixo significa que a pressão atmosférica aumentou, e quando subir significa que pressão diminuiu.

- **Termômetro**

O termômetro é um aparelho usado para medir a temperatura ou as variações de temperatura e é composto por um elemento sensor que possui uma propriedade termométrica, isto é, uma propriedade que varia com a temperatura.

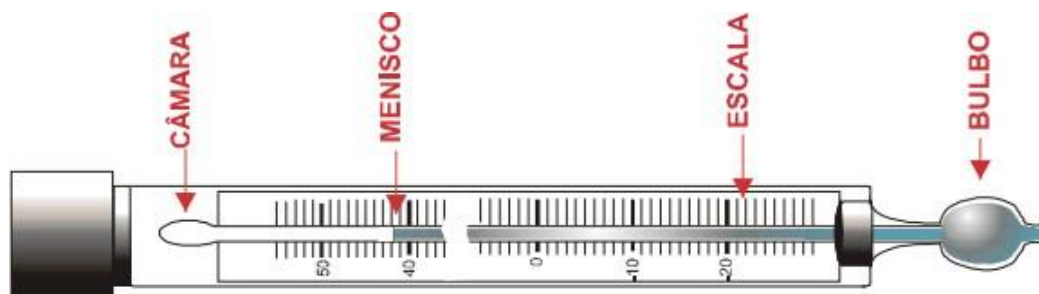


Figura 13 – Esquema de um termômetro convencional de mercúrio em vidro (Fonte: VARREJÃO-SILVA,2006).

Para construir um caseiro precisa-se dos seguintes materiais:

Materiais necessários

- 1 Copo de medição;
- 1 Garrafa plástica de 600 ml;
- Água;
- Álcool etílico;
- 1 Canudo;
- Argila para modelar;
- 1 Caneta permanente;
- 1 Termômetro;
- Corante alimentar vermelho.

Modo de fazer

- Misture 75 ml de água gelada com 75 ml de álcool isopropílico no copo de medição;
- Pingar algumas gotinhas de corante alimentar vermelho na solução para deixá-la mais visível;
- Colocar um canudinho na garrafa sem encostar no fundo;
- Passe argila para modelar ao redor do canudo para tampar a garrafa.

Modo de utilizar

Após o equipamento ficar pronto, utilize um termômetro para medir a temperatura ambiente. Com a caneta permanente, marque o nível do líquido no canudo e anote ao lado a temperatura. Faça o mesmo procedimento para a água quente e a água gelada e para qualquer líquido que você queira medir a temperatura.

- **Régua fluviométrica**

Materiais necessários

- 1 Fita métrica;
- 1 Ripa de madeira de 1,5m de comprimento;
- 1 Grampeador de madeira com grampos;
- 1 Lápis de pedreiro.



Figura 14 – Régua fluviométrica (Fonte: ANA, 2021).

Modo de fazer

- Afinar uma das pontas da ripa de madeira, de modo a facilitar fixação no solo;
- Utilizar o lápis de pedreiro para fazer uma marca a 10 cm da ponta que foi afinada;
- Utilizar o grampeador para grampear a fita métrica na ripa de madeira, iniciando pela extremidade que foi afiada e coincidindo o zero da fita com a risco feito na ripa, até a outra extremidade.

Modo de utilizar

A régua fluviométrica deve ser fixada no rio, numa das margens dentro da água, para fazer o monitoramento da variação do nível do rio ao longo do tempo. A leitura do nível do rio deve ser feita de forma sistemática observando a régua e anotando os valores pelo menos 3 vezes ao dia.

- **Relógio de sol**

Um relógio de sol é um dispositivo que utiliza a posição do sol para refletir o tempo. Uma vareta vertical, chamada de gnômon, é posicionada para lançar uma sombra sobre uma face de relógio de sol pré-marcada. Conforme o sol se move no céu, a sombra também muda de lugar.



Figura 15 – Relógio de sol (Fonte: Próprio autor).

Materiais necessários

- 1 Prato de papel;
- 1 Canudo de plástico;
- Lápis de cera;
- 1 Lápis afiado;
- Tachinhas;
- 1 Régua.

Modo de fazer e usar

- Comece a preparar o prato por volta das 11h30 da manhã num dia ensolarado e sem nuvens;

- Escreva o número 12 na borda do prato com o lápis de cera (esse número irá representar o meio-dia) e empurre o lápis afiado no centro do prato e retire para que fique o buraco (1);
- Use a régua para desenhar uma reta do número 12 até o buraco no centro do prato (2);
- Levar o prato para fora da casa onde estiver com sol, colocar no chão e enfiar o canudo no buraco e, exatamente meio-dia, girar o prato para que a sombra coincida sobre a reta marcada no prato. Enfiar as tachinhas no prato para prendê-lo chão (3);
- Uma hora depois volte ao local para marcar 1 na borda do prato sobre a sombra e repetir esse processo até que ainda haja sol (4).

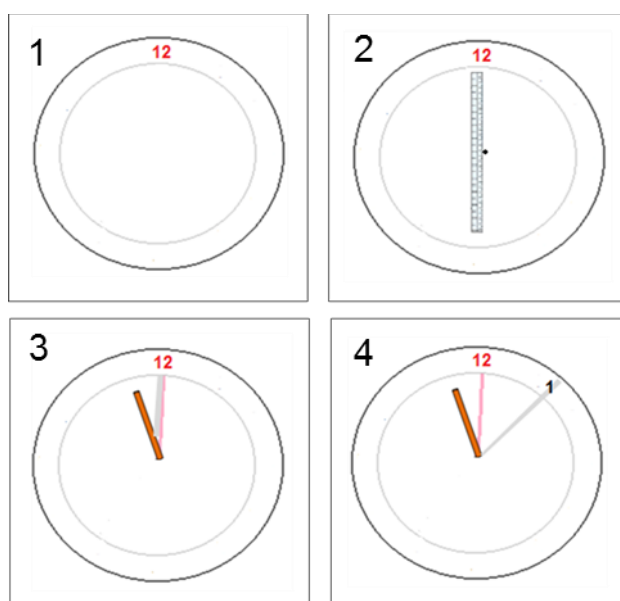


Figura 16 - Etapas da construção do relógio de (Fonte: Próprio autor).

- **Infiltrômetro**

A infiltração de água no solo é o processo de entrada de água através da superfície do solo, por meio chuva ou irrigação contínua. A velocidade de infiltração se aproxima, gradualmente, de um valor mínimo e constante com o passar do tempo. Esse valor constante que a velocidade de infiltração atinge com o passar do tempo é conhecido por velocidade de infiltração básica.

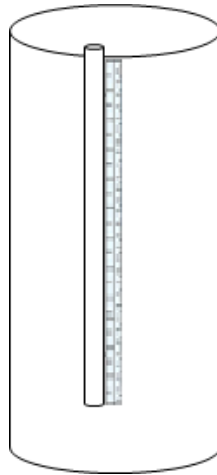


Figura 17 - Infiltrômetro de PVC (Fonte: Próprio autor).

Materiais necessários

- 1 cano de PVC de 100 mm de diâmetro e 50 cm de comprimento;
- 1 régua de 30 cm;
- 50 cm de mangueira de pedreiro;
- cola instantânea.

Modo de fazer

- Furar o cano de PVC aproximadamente 5 cm de uma das extremidades (que será a parte de baixo, que será cravado no solo);
- Inserir a mangueira no furo e, com a cola instantânea, colar a mangueira desde o furo até a outra extremidade (que será a parte de cima);
- Colar a régua de cabeça para baixo ao lado da mangueira, ou seja, colar o zero da régua na parte de cima do cano.

Modo de utilizar

O infiltrômetro deve ser cravado solo até na parte de baixo da mangueira. Em seguida, deve-se preencher com água até a marca zero da régua e cronometrar o tempo, anotando os valores na régua a cada 1 minuto até aproximadamente 30 minutos. Ao final deve-se calcular o volume médio infiltrado por minuto.

As ferramentas alternativas de baixo custo, de forma geral, podem ser desenvolvidas e utilizadas por estudantes como atividades educativas em ambiente escolar, e pela comunidade para o monitoramento ambiental, com o intuito de ajudar a solucionar problemas ambientais relacionados aos recursos hídricos, e a construir bancos de dados para usos posteriores.

Com efeito, o estabelecimento e manutenção do município de Salto do Céu-MT depende, direta e indiretamente, do rio Branco, seja para o abastecimento público de água ou para práticas econômicas ligadas à agropecuária. Assim, as ações antrópicas desenvolvidas no curso do rio Branco podem influir, consideravelmente, na qualidade da água local e regional, no contexto das Cabeceiras do Pantanal Matogrossense. Portanto, tecnologias que permeiem o diagnóstico da problemática ambiental, e que envolvam os alunos em sua construção, corroboram para o entendimento destas ações, em dimensão local e regional, e suas implicações na posterioridade deste recurso hídrico.

Dessa forma, nota-se que o recorrente debate na sociedade, acerca da educação ambiental, não produz resultados práticos na vida dos alunos e, conforme os autores, esse desafio é reflexo das práticas metodológicas adotadas pelos docentes. Por conseguinte, o presente trabalho oferta uma metodologia prática, replicável em sala, que busca instigar a consciência ambiental dos alunos do ensino médio e da comunidade escolar, de modo abrangente, promovendo uma ciência cidadã.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, foi possível apresentar as ferramentas alternativas de baixo custo para aplicações práticas em ambiente escolar, além da demonstração do passo a passo da construção para utilização da comunidade em geral para a promoção da ciência sobre a atenuação da crise hídrica.

A construção da cartilha com base na utilização de equipamentos e recursos tecnológicos inovadores, palestras públicas, vídeos amadores produzidos e postados em plataformas digitais como Facebook, Instagram, *youtube* favorecem a difusão da ciência, demonstrando, a públicos distintos, a facilidade na construção de tecnologias alternativas de baixo custo, fácil acesso, e rápida confecção, como forma de atrair a atenção e colaboração, para que se propicie o avanço na percepção da comunidade acerca da problemática que tange a gestão de preservação e recuperação da bacia social, presente na região.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Água (ANA). Portal da Qualidade das Águas. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx>. Acesso em: 20 de março de 2021.

BATALHA, Bem-Hur Luttembarck. **Água para consumo humano**. São Paulo: Cetesb, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 2.914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 17 de mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Projeto VIGISUS II: Manual operativo**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lis-28050>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 2. Ed., São Paulo: Cortez, 2006.

CAUBET, Christian Guy. **A água, a lei, a política... E o meio ambiente**. Curitiba: Juruá, 2004. 306 p.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 7.ed. São Paulo: Gaia, 2001.

DOU. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 17 fev. 2021.

FERRARI, M. F. Verificação dos dados de velocidade do vento e umidade relativa registrada pela estação meteorológica da UTFPR de Campo Mourão. *Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino*, vol. 8, n. 3, 2017.

FIRMINO, et al. Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de rios localizados no município de Ipameri, sudoeste do estado de Goiás, através de um protocolo de avaliação rápida. *Braz. J. Aq. Sci. and Tech.* 15(2): 1-12, 2011.

FISCHER, Marta Luciane; CUNHA, Thiago Rocha da; ROSANELI, Caroline Filla; MOLINARI, Renata Bicudo; SGANZERLA, Anor. Crise hídrica em publicações científicas: olhares da bioética ambiental. **Revista Ambiente e Água**, v. 11, n. 3, p. 586-600, Taubaté, jul./set., 2016. ISSN 1980-993X. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v11n3/1980-993X-ambiagua-11-03-00586.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **IBGE cidades: Salto do Céu MT**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/salto-do-ceu/panorama>. Acesso em: 16 mai. 2020.

IRWIN, A. A Study of People, Expertise and Sustainable Development. *Citizen Science*. P. 212, 1995.

LAKSHMINARAYANAN, S. Using citizens to do science versus citizens as scientists. *Ecology and Society*12:1, 2007.

LEAL, Laura Regina do Canto. **Influências e contribuições da ciência cidadã na ciência da Informação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biblioteconomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/212445>. Acesso em: 17 mar. 2021.

LEITE, M. O.; ANDRADE, N. J.; SOUZA, M. R.; FONSECA, L. M.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; PENNA, C. F. A. M. Controle de qualidade da água em indústrias de alimentos. **Revista Leite & Derivados**, v. 69, p. 38-45, 2003.

LOLLO, José de Augusto; NEVES, Monique de Paula; ARANTES, Leticia Tondato; LIMA, César Gustavo da Rocha Lima; LORANDI, Reinaldo. Mudanças de uso e cobertura da terra e degradação ambiental em Bacias Hidrográficas. In: AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê; BENINI, Sandra Medina. **Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações**. ANAP: Tupã, 2018. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profagua/bacias_hidrograficas_fundamentos_e_aplicacoes_juliana_heloisa_pine_americo_pinheiro_sandra_medina_benini_orgs.pdf. Acesso em: 22 mar. 2021.

MACHADO, C. J. S. Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafios. *Ambiente & Sociedade*, Vol. VI n. 2, p.121-136, 2003.

MAMEDE, Simone; BENITES, Maristela; ALHO, Cleber José Rodrigues. Ciência cidadã e sua contribuição na proteção e conservação da biodiversidade na reserva da biosfera do pantanal. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (Revbea)**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 153-164, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2473/1538>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MIRANDA, Miriam Raquel da Silva; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva; NEVES, Ronaldo José; KREITLOW, Jesã Pereira. Mapeamento do uso da terra e da cobertura vegetal do município de Salto do Céu-MT. In: **ANAIS 4º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS DO PANTANAL**. Bonito, 2012, p. 1193-1199.

MOREIRA, W. K. O.; SILVA, E. G.; LIMA, N. T.; ALVES, J. D. N.; RAYOL, B. P. Velocidade de infiltração básica da água no solo em diferentes agroecossistemas amazônicos. *Agarian Academy*, v.4, n.7, 2017.

NASCIMENTO, Nilo de Oliveira; HELLER, Leo. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Eng. San. Ambient.**, v. 10, n. 1, p. 36-48, jan./mar., 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v10n1/v10n01a04.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

OLIVEIRA, A. V. A Educação Ambiental nas escolas de educação básica e tecnológica na Região Metropolitana do Rio Negro/Solimões - Amazonas- Brasil: Análise e perspectivas. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Educação, Universidade Autônoma de Assunção, Paraguai, p. 200, 2018.

PALMA, Diego Araújo da. **Monitoramento de qualidade da água com o enfoque ciência cidadã: estudo de caso em Brazlândia/DF**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília (UnB), 2016. Disponível em:

https://bdm.unb.br/bitstream/10483/16961/1/2016_DiegoAraujoDaPalma_tcc.pdf. Acesso em: 16 mar. 2021.

ROCHA, et al. Tecnologias para a Conscientização e Redução do Desperdício de Água e seu Uso de Forma Consciente: Uma Revisão Sistemática da Literatura. V Congresso sobre tecnologia na educação, João Pessoa, PB, 2020.

SANTOS, Maria Eduarda Vaz Moniz dos. **Ciência cidadã**. uma via para a educação cidadã. 2007. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/vienpec/CR2/p809.pdf. Acesso em: 25 fev. 2021.

SEIBERT, Décio Eloi. A bacia do rio Sepotuba e a atuação do comitê de bacia. Cáceres-MT: Seminário em Defesa das Cabeceiras do Pantanal. Disponível em: . Acesso em: 17/02/2021.

SILVA, Maria Betânia Rodrigues; AZEVEDO, Pedro Vieira de; ALVES, Telma Lucia Bezerra. Análise da degradação ambiental no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba. ISSN: 1984-8501 Bol. Goia. Geogr. (Online). Goiânia, v. 34, n. 1, p. 35-53, jan./abr. 2014.

SOARES, Marinalva Dias. Ciência cidadã: o envolvimento popular em atividades científicas. Revista Ciência Hoje, v. 47, n. 281, p. 38-43, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236952978_Ciencia_Cidada_o_envolvimento_popular_em_atividades_cientificas. Acesso em: 18 mar. 2021.

SORIANO, Érico; LONDE, Luciana de Resende; DI-GREGÓRIO, Leandro Torres; COUTINHO, Marcos Pellegrini; SANTOS, Leonardo Bacellar Lima. Crise hídrica em São Paulo sob o ponto de vista dos desastres. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. 19, n. 1, p. 21-42, jan./mar., 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/asoc/v19n1/pt_1809-4422-asoc-19-01-00021.pdf. Acesso em: 17 mar. 2021.

TARGA, M. S.; BATISTA, G. T. Benefits and legacy of the water crisis in Brazil. Revista Ambiente & Água, v. 10, n. 2, 2015. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1629>

TUCCI, C. E. M. Gestão de Água Pluviais Urbanas. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005.

CAPÍTULO 3 - Cartilha

Construção de ferramentas alternativas para investigação ambiental voltada aos recursos hídricos

APRESENTAÇÃO

Esta cartilha tem como principal objetivo mostrar o passo a passo para a produção de ferramentas alternativas de baixo custo e acessível aos alunos, como apoio nas aulas didáticas e à população, com o intuito da promoção da ciência cidadã e da educação ambiental no monitoramento ambiental. Estes equipamentos poderão ajudar a população no diagnóstico e investigação de problemas ambientais para que, assim, possam ajudar a formar cidadãos mais críticos no que tange principalmente nas questões relacionadas ao meio ambiente.

A construção de uma cartilha com base na utilização de equipamentos e recursos tecnológicos inovadores, palestras públicas, vídeos amadores produzidos e postados em plataformas digitais como Facebook www.facebook.com/groups/794379247873269, Instagram, *youtube*, são fatores que favorecem a popularização da ciência, demonstrando, a públicos distintos, a facilidade na construção de tecnologias alternativas de baixo custo, fácil acesso, e rápida confecção, como forma de atrair a atenção e colaboração, para que se propicie o avanço na percepção da comunidade acerca da problemática que tange a gestão de preservação e recuperação da bacia social, presente na região.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são vitais para a existência humana e são igualmente importantes para o desenvolvimento social e econômico, sendo utilizados para abastecimento público, irrigação e utilização na indústria.

O gerenciamento dos recursos hídrico se dá na bacia hidrográfica, que pode ser feito de forma descentralizada, com a participação de representantes do poder público, sociedade civil e dos usuários, por meio dos comitês de bacias hidrográficas.

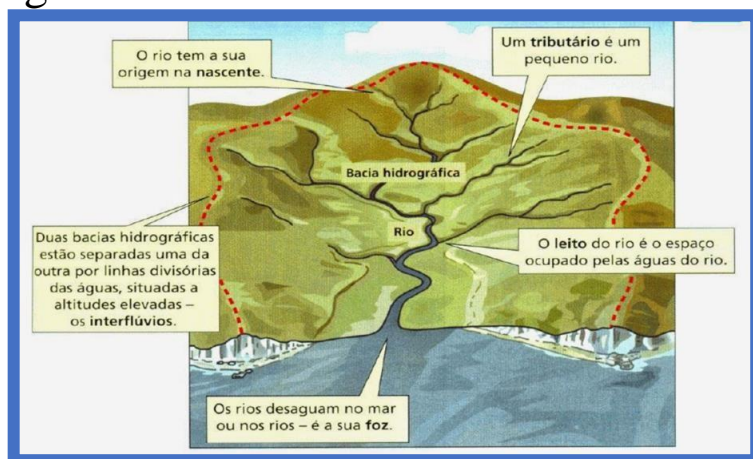


Figura 1 – Imagem esquemática de uma bacia hidrográfica (Fonte: Modificada de Dobson e Beck, 1999).

As bacias hidrográficas podem ser consideradas como “unidades fundamentais para análise ambiental”, pois possibilitam a análise do meio ambiente de modo integrado, observando, inclusive, os aspectos vegetais, geológicos, geomorfológicos, climáticos, etc.

A água é fundamental para o ser humano, mas carrega consigo impurezas e microrganismos que causam diversos tipos e doenças de veiculação hídrica, daí a importância do tratamento e do monitoramento da qualidade da água. Existem vários parâmetros para o monitoramento ambiental, que necessitam de equipamentos específicos, sendo muitos deles de custos elevados.

Esta cartilha tem como objetivo principal apresentar os principais equipamentos para o monitoramento ambiental, bem como suas aplicações e formas alternativas para construí-los com custos reduzidos.

CRISE HÍDRICA

O que é crise hídrica?

No Brasil, crise hídrica é como tem sido chamada a falta de água para abastecimento público nas grandes cidades, principalmente na Região Metropolitana de São Paulo, entre 2013 e 2015, e no Distrito Federal, desde o final de 2016 até os dias de hoje.



Figura 2 – Barragem do açude Quixeramobim praticamente seca (Fonte: Banco Mundial, 2016).

A crise hídrica é o resultado de inúmeros fatores que vão desde a má gestão das águas, uso irracional até a irregularidade dos fatores climáticos, como as chuvas, por exemplo.

Como a população pode participar para a atenuação da crise hídrica?

Para que a população possa efetivamente contribuir para a atenuação da crise hídrica, primeiramente ela precisa tomar conhecimento e entender como o problema ocorre e as consequências. Isso se dá por meio da conscientização, seja por parte do poder público (Ministérios do Meio Ambiente, da Saúde, Secretarias Estaduais e Municipais de Meio Ambiente, Saúde e Recursos Hídricos, ONGs e etc.).



Figura 3 – Recreação na praia para conscientizar sobre uso racional da água (Fonte: ANE, 2022).

Feito isto, a participação da população pode ocorrer por meio da ciência cidadã, que se baseia na participação efetiva e informada, além de consciente e voluntária dos cidadãos, onde os mesmos podem gerar e analisar dados verificáveis, discutir e apresentar os resultados dos pressupostos observados, de maneira que possam compartilhar os conhecimentos

produzidos, deslocados a partir dessa iniciativa social.

A participação pode se dar também por meio da formação de Comitê de Bacias Hidrográficas (CBH). Os CBHs consistem na gestão dos recursos hídricos de forma descentralizada, com a participação do poder de representantes do público, da sociedade civil e dos usuários.

Qual o objetivo dos Comitês de Bacias Hidrográficas?

Tem o objetivo de garantir a pluralidade de interesses na definição do destino a ser dado aos recursos hídricos no âmbito de cada bacia hidrográfica e possibilitar a mais ampla fiscalização das ações, desde sua definição até a elaboração de projetos e o controle da eficácia e da aplicação dos recursos financeiros, assim como a universalização das informações existentes e produzidas sobre recursos hídricos.

MITIGAÇÃO DA CRISE HÍDRICA

Educação ambiental e ciência cidadã como ferramentas para mitigação da crise hídrica.

A Educação Ambiental consiste nos processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Já a ciência cidadã consiste na parceria entre cientistas e cidadãos que, trabalhando juntos, conseguem aperfeiçoar a produção científica. Um modelo bastante comum envolve a parceria de milhares de voluntários na coleta de dados ou informações que serão

posteriormente analisados por um cientista. Os voluntários participam ativamente dos projetos, cedendo tempo e trabalho.

Como deve ser feita a mitigação da crise hídrica?

Mitigar a crise hídrica significa reduzir os impactos provocados pela falta de água para o abastecimento público. As ações mais efetivas devem ser executadas pelo poder público, com ações de campanhas de conscientização do uso racional da água, com obras para captação alternativa, tratamento e distribuição de água para a população, e pela própria população aderindo às campanhas de uso racional da água, principalmente nos períodos de seca dos reservatórios de abastecimento.

INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL

Uso de ferramentas em sala de aula para investigação ambiental e ciência cidadã

O diagnóstico ambiental é o resultado do estudo, que consiste na coleta e análise de dados ambientais. No diagnóstico ambiental são investigados determinados parâmetros de qualidade ambiental, que exigem de técnicas e equipamentos específicos.

Para que serve a investigação ambiental?

A investigação ambiental visa a identificação, confirmação e mensuração qualitativa e quantitativa de contaminação geradora de passivo ambiental. Dessa forma, os resultados obtidos na investigação subsidiam ações futuras para o órgão ambiental dar

continuidade nos trabalhos para busca da fonte de contaminação, avaliação detalhada da contaminação ou remediação do problema.

Construção de ferramentas alternativas para monitoramento ambiental para formar cidadãos críticos

As tecnologias alternativas para o monitoramento ambiental têm como principal objetivo ajudar a minimizar os problemas causados pela ação do homem ao meio ambiente. São diversos os parâmetros utilizados no diagnóstico de problemas ambientais, como precipitação, vazão dos rios, temperatura da água, dentre outros.

A seguir são descritos 10 equipamentos alternativos de custo reduzido, bem como seu funcionamento, parâmetro analisado e o roteiro

de como construí-los utilizando poucos recursos, mas que podem auxiliar nas aulas didáticas em sala de aula, além de ajudar na investigação ambiental por parte da população.

Vale ressaltar que, o processo de construção desses equipamentos utilizando materiais disponíveis de fácil acesso e de baixo custo, proporciona ao aluno a compreensão de seu funcionamento e a interação deste com o meio ambiente. As imagens ilustrativas para a montagem dos equipamentos foram criadas nos softwares Power Point e Paint para melhor compreensão.

● **Pluviômetro**

O pluviômetro é um equipamento que serve para medir o volume de água precipitada em intervalos de tempo, enquanto durara chuva, numa determinada área. Os dados de precipitação são utilizados para a previsão de chuvas e possíveis inundações de áreas urbanas, bem como para alertar populações que moram em áreas de riscos de desabamento.

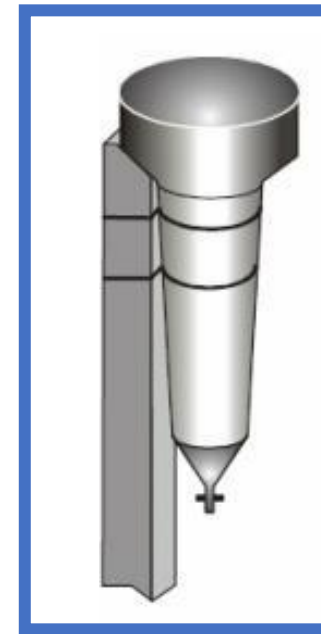


Figura 4 – Pluviômetro (Fonte: VAREJÃO e SILVA, 2001).

O pluviômetro pode ser utilizado nas aulas didáticas para o monitoramento da precipitação ao longo do ano, a fim de identificar os meses em que mais e os meses que chovem menos.

Materiais necessários

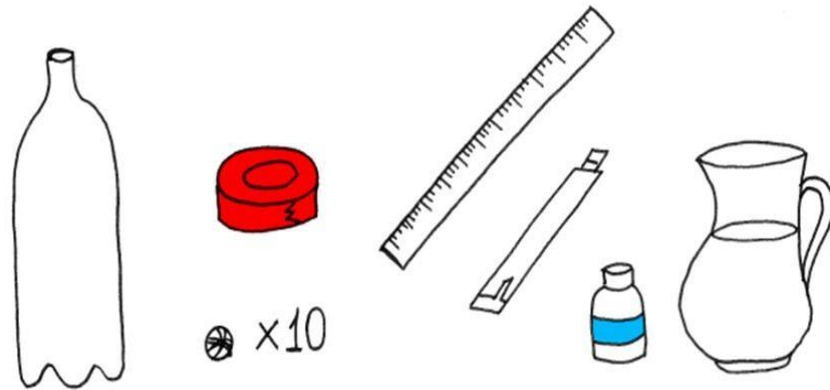


Figura 5 – Materiais usados para construção do pluviômetro (Fonte: Próprio autor).

- Uma garrafa PET lisa de 2 litros
- Pedrinhas ou bolinhas de gude (cerca de 10 unidades ou até superar o fundo ondulado da garrafa)
- Régua de 30 centímetros
- Estilete
- Fita adesiva colorida
- Água
- Anilina ou corante

Modo de fazer

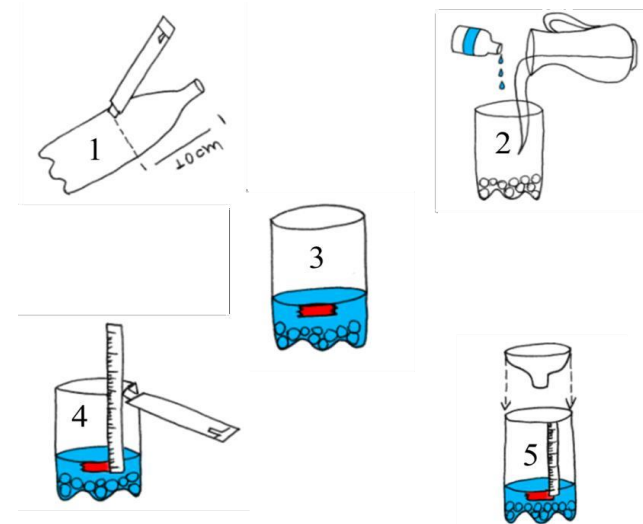


Figura 6 – Etapas para construção do Pluviômetro (Fonte: Próprio autor).

6. Com o estilete, corte a garrafa PET na altura em que ela deixa de ser curva e começa a ficar reta, a uma distância aproximada de 10 centímetros do bico.
7. Preencha cerca de 5 centímetros da garrafa com as pedrinhas ou bolinhas de gude. Complete com água até cobri-las e acrescente algumas gotas de corante.
8. Cole um pedaço de fita colorida na altura do nível da água fazendo uma marca.

9. Com a fita adesiva, fixe a régua na vertical do lado de fora da garrafa fazendo com que o número zero da régua coincida com o nível da água. Corte a parte que ficar além da garrafa.
10. Encaixe o bico da garrada de ponta-cabeça dentro na abertura do pluviômetro.

Modo de utilizar

Coloque o pluviômetro em um lugar plano e aberto, sem que haja nada acima dele ou dos lados que impeça a chuva de atingi-lo. Após a chuva, recolha o objeto e observe quantos milímetros o nível da água subiu na régua. Essa será a medida da chuva para o período em que a medição foi realizada.

● **Molinete hidrométrico**

Os molinetes hidrométricos são dispositivos empregados para a medição da velocidade da água dos rios, para o cálculo da vazão, as séries de dados de vazão podem ser utilizados para previsões de enchentes e secas.

O molinete hidrométrico poder aplicado nas aulas didáticas para medir a velocidade da água do rio e posterior vazão do rio, que é o volume de água que passa numa seção transversal do rio num determinado tempo. Pode ser utilizado também para estimar o tempo que uma pluma de contaminante de óleo, por exemplo, leva para se deslocar de um ponto a outro.

Materiais necessários



Figura 7 – Materiais para construção do molinete hidrométrico (Fonte: Próprio autor).

- 1 contador de giro de bicicleta;
- 1 tubo de caneta bic;
- 1 fita isolante;
- 1 Imã Neodímio 15x5mm;
- 1 Cata vento que vem como brinquedo nas balinhas;
- 1 Rolamento pequeno;
- 1 braçadeira de metal grande;
- 2 braçadeiras de plástico;
- 1 cabo de vassoura;
- 1 plaqueta de marca vaso de planta;
- 1 veda rosca;
- 1 cola instantânea;
- 1 furadeira.

Modo de fazer

- Retire a tampinha de alumínio que protege o rolamento (isso faz com que ele gire mais rápido)
- Raspe a ponta do cabo de vassoura até que o rolamento se encaixe nela;
- Faça um buraco cerca de 4 cm acima da ponta do cabo raspada para passar a braçadeira de metal;
- Passe a braçadeira de metal pelo buraco, e depois leve ela acima do rolamento e a fixe

- bem, para que apenas o miolo do rolamento se desloque no momento da medição;
- Faça um furo no meio da plaqueta, do tamanho para passar o tubo da caneta;
- Passe o tubo da caneta sobre o miolo do rolamento, use veda rosca para preencher perfeitamente o espaço entre eles;
- Cole o Imã na extremidade da plaqueta;
- Coloque o sensor do giro de bicicleta em um ponto próximo de onde o Imã colado a plaqueta passe no momento em que estiver girando, use a braçadeira de plástico para fixá-la ;
- Coloque o contador no maior ponto possível do cabo e use a outra braçadeira de plástico para fixá-lo;
- Use a fita isolante para isolar o sensor do contador de giro da água, de várias voltas até que o sensor fique bem protegido;
- Coloque o cata vento na ponta do tubo da caneta, veja se ele está girando bem.



Figura 8 – Molinete hidrométrico construído (Fonte: Próprio autor).

Modo de utilizar

Para medir a velocidade da água no deve-se colocar a hélice do molinete dentro da água, verificar e anotar a quantidade de giros pelo tempo, o qual será velocidade.

● **Disco de Secchi**

O disco de secchi é um disco circular de cor branca (ou preto e branco), especialmente construída para estimar a transparência e o nível de turbidez de corpos de água como oceanos, estuários, lagos e rios.

O disco de Secchi pode fornecer um registro útil do crescimento e decadência da vida vegetal aquática. Além disso, também pode auxiliar no monitoramento visual do movimento de materiais suspensos e da migração de sedimentos, bem como as variações da transparência da água e atividade biológica.

Materiais necessários

- 1 tampa redonda de plástico com aproximadamente de 15 cm de diâmetro;
- 1 Tinta spray branca;
- 1 Tinta spray preta;
- 2 metros de cano de PVC de 1/2 polegada;
- Fita métrica;
- Cola para PVC;
- Cola instantânea.

Modo de fazer

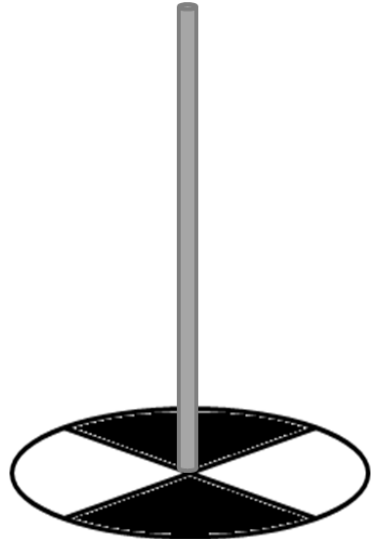


Figura 9 – Montagem do disco de Secchi (Fonte: Próprio autor).

- Usar as tintas preta e branca para pintar a tampa como ilustra a Figura 10;
- Colar o cano de PVC no centro da tampa de plástico;
- Colar a fita métrica no cano de PVC, iniciando a partir da tampa.

Modo de utilizar

Para usar o disco de secchi deve-se introduzir no corpo hídrico (rio, lago e

etc.) até onde puder enxergar a olho nu e anotar essa profundidade.

● Anemômetro

O anemômetro é utilizado para a medição da velocidade do vento e são indispensáveis principalmente para avaliar a meteorologia e sua variação. A velocidade do vento aliado ao clima, umidade e densidade do ar ajudam a fazer uma previsão do que estar por vir.



Figura 10 – Anemômetro (Fonte: VAREJÃO-SILVA, 2016).

Materiais necessários

- 1 Base de madeira medindo 25cm x 25 cm;
- 1 Tubo de caneta bic;
- 1 Palito para churrasco;
- 2 Tiras de papelão grosso medindo 30cm x 3cm;
- 2 Bolinhas de ping pong;
- 1 Cola quente
- 1 Velocímetro digital para bicicleta.

Modo de fazer

- Colar as tiras de papelão em formato de cruz;
- Partir as bolinhas de ping pong ao meio e colar uma em cada ponta das tiras de papelão;
- Colar o palito de churrasco no centro do cruzamento das tiras de papelão;

Modo de utilizar

Com o anemômetro pronto, deve-se colocar em um ambiente aberto e exposto ao vento. Quando a corrente de ar passar pelo

- Colar o tubo de caneta no centro da base de madeira;
- Fixar o velocímetro na base de madeira;
- Introduzir o palito de churrasco no tubo de caneta.

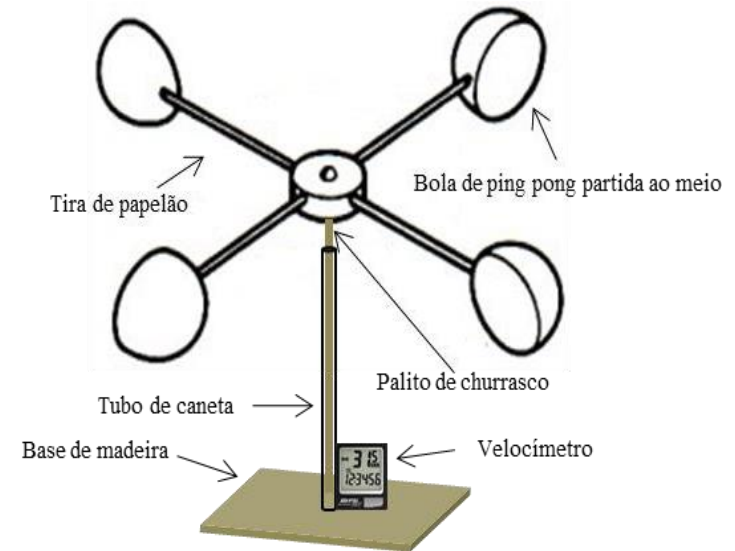


Figura 11 – Montagem do anemômetro (Fonte: Próprio autor).

instrumento e atingir as semiesferas de bolinhas de ping pong começarão a girar, e a velocidade será computada pelo velocímetro.

● Barômetro

A medida da pressão atmosférica é realizada pelo barômetro. Os barômetros são subdivididos em dois grupos, os barômetros de líquidos e os barômetros aneróides. A pressão atmosférica é uma das variáveis utilizadas para a previsão do tempo.



Figura 12 – Barômetro de mercúrio (Fonte: Salcas).

Materiais necessários

1 Garrafa PET de 2 litros;

- 1 Mangueira de pedreiro de 50 cm de comprimento;
- 1 Cola instantânea;
- 1 Base de madeira de 30cm 10 cm;
- 1 Corante;
- 1 Régua;

Modo de fazer

- Furar a garrafa PET a aproximadamente 5 cm do fundo;
- Inserir a mangueira no furo e colar para que não ocorra vazamento do líquido;
- Colar o fundo da garrafa na base de madeira;
- Colar a régua numa das extremidades da base de madeira;
- Colar a mangueira na régua, como mostra a Figura 14;
- Colocar água na garrafa até a altura onde se inicia o afunilamento;

- Adicionar o corante na água, tampar a garrafa e chacoalhar.

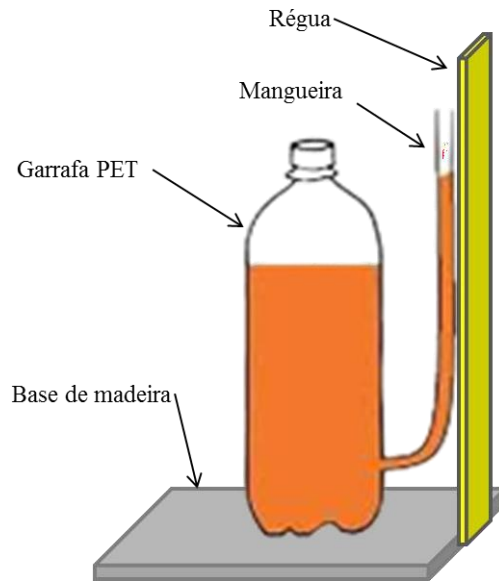


Figura 13 – Construção do barômetro (Fonte: Próprio autor).

Modo de utilizar

Após adicionar o corante e chacoalhar a garrafa com a água, deve-se observar ao longo do dia a variação do líquido na mangueira e anotar. Quando o líquido se deslocar para baixo significa que a pressão atmosférica aumentou, e quando subir significa que pressão diminuiu.

• Termômetro

O termômetro é um aparelho usado para medir a temperatura ou as variações de temperatura e é composto por um elemento sensor que possui uma propriedade termométrica, isto é, uma propriedade que varia com a temperatura.

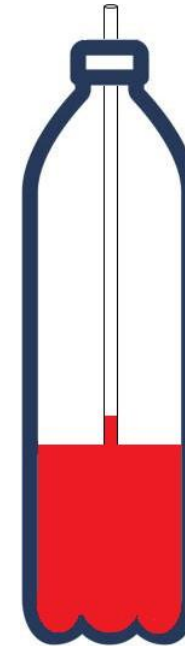


Figura 14 – Termômetro (Fonte: Próprio autor).

Para construir um caseiro precisa-se dos seguintes materiais:

Materiais necessários

1 Copo de medição;
1 Garrafa plástica de 600 ml;
Água;
Álcool etílico;
1 Canudo;
Argila para modelar;
1 Canetinha permanente;
1 Termômetro;
Corante alimentar vermelho.

Modo de fazer

- Misture 75 ml de água gelada com 75 ml de álcool isopropílico no copo de medição;
- Pingar algumas gotinhas de corante alimentar vermelho na solução para deixá-la mais visível;
- Colocar um canudinho na garrafa sem encostar no fundo;
- Passe argila para modelar ao redor do canudo para tampar a garrafa.

Modo de utilizar

Após o equipamento ficar pronto, utilize um termômetro para medir a temperatura ambiente. Com a canetinha permanente, marque o nível do líquido no canudo e anote ao lado a temperatura. Faça o mesmo procedimento para a água quente e a água gelada e para qualquer líquido que você queira medir a temperatura.

● **Régua fluviométrica**

Materiais necessários

1 Fita métrica;
1 Ripa de madeira de 1,5m de comprimento;
1 Grampeador de madeira com grampos;
1 Lápis de pedreiro.



Figura 15 – Régua fluviométrica (Fonte: ANA, 2021).

Modo de fazer

- Afinar uma das pontas da ripa de madeira, de modo a facilitar fixação no solo;
- Utilizar o lápis de pedreiro para fazer uma marca a 10 cm da ponta que foi afinada;
- Utilizar o grampeador para grampear a fita métrica na ripa de madeira, iniciando pela extremidade que foi afiada e coincidindo o

zero da fita com a risco feito na ripa, até a outra extremidade.

Modo de utilizar

A régua fluviométrica deve ser fixada no rio, numa das margens dentro da água, para fazer o monitoramento da variação do nível do rio ao longo do tempo. A leitura do nível do rio deve ser feita de forma sistemática observando a régua e anotando os valores pelo menos 3 vezes ao dia.

● **Relógio de sol**

Um relógio de sol é um dispositivo que utiliza a posição do sol para refletir o tempo. Uma vareta vertical, chamada de gnômon, é posicionada para lançar uma sombra sobre uma face de relógio de sol pré-marcada. Conforme o sol se move no céu, a sombra também muda de lugar.



Figura 16 – Relógio de sol (Fonte: Próprio autor).

Materiais necessários

- 1 Prato de papel;
- 1 Canudo de plástico;
- Lápis de cera;
- 1 Lápis afiado;
- Tachinhas;
- 1 Régua.

Modo de fazer e usar

- Comece a preparar o prato por volta das 11h30 da manhã num dia ensolarado e sem nuvens;

- Escreva o número 12 na borda do prato com o lápis de cera (esse número irá representar o meio-dia) e empurre o lápis afiado no centro do prato e retire para que fique o buraco (1);
- Use a régua para desenhar uma reta do número 12 até o buraco no centro do prato (2);
- Levar o prato para fora da casa onde estiver com sol, colocar no chão e enfiar o canudo no buraco e, exatamente meio-dia, girar o prato para que a sombra coincida sobre a reta marcada no prato. Enfiar as tachinhas no prato para prendê-lo chão (3);
- Uma hora depois volte ao local para marcar 1 na borda do prato sobre a sombra e repetir esse processo até que ainda haja sol (4).

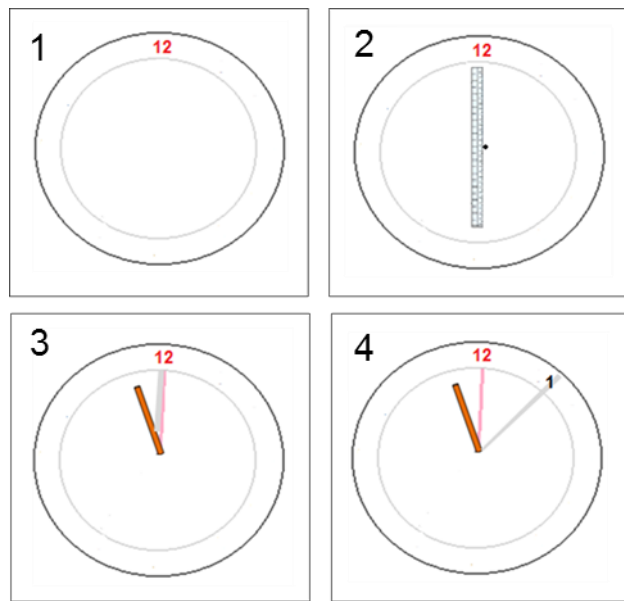


Figura 17 - Etapas da construção do relógio de (Fonte: Próprio autor).

● Infiltrômetro

A infiltração de água no solo é o processo de entrada de água através da superfície do solo, por meio chuva ou irrigação contínua. A velocidade de infiltração se aproxima, gradualmente, de um valor mínimo e constante com o passar do tempo. Esse valor constante que a velocidade de infiltração atinge com o passar do tempo é conhecido por velocidade de infiltração básica.

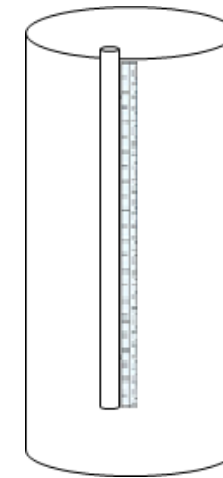


Figura 18 - Infiltrômetro de PVC (Fonte: Próprio autor).

Materiais necessários

- 1 cano de PVC de 100 mm de diâmetro e 50 cm de comprimento;
- 1 régua de 30 cm;
- 50 cm de mangueira de pedreiro;
- cola instantânea.

Modo de fazer

- Furar o cano de PVC aproximadamente 5 cm de uma das extremidades (que será a parte de baixo, que será cravado no solo);
- Inserir a mangueira no furo e, com a cola instantânea, colar o mangueiro desde o furo até a outra extremidade (que será a parte de cima);
- Colar a régua de cabeça para baixo ao lado da mangueira, ou seja, colar o zero da régua na parte de cima do cano.

Modo de utilizar

O infiltrômetro deve ser cravado solo até na parte de baixo da mangueira. Em seguida, deve-se preencher com água até a marca zero da régua e cronometrar o tempo, anotando os valores na régua a cada 1 minuto até aproximadamente 30 minutos. Ao final deve-se calcular o volume médio infiltrado por minuto.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS DO ESTADO DO PARANÁ (ANE). Ações da Sanepar nas praias buscam conscientizar sobre uso racional da água. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Acoes-da-Sanepar-nas-praias-buscam-conscientizar-sobre-uso-racional-da-agua>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Levantamentos topobatimétricos e geodésicos aplicados na Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN)/Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Serviço Geológico do Brasil. Brasília: ANA, 2021.

BANCO MUNDIAL. Secas no Brasil: política e gestão proativas – Brasília: - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016.

DOBSON, C.; BECK, G. G. Watersheds: a practical handbook for healthy water. Ontario: Firefly Books, 1999.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e climatologia. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia-Ministério da Agricultura. 2001. 515 p.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. 2ª versão digital. Recife, 2006.