



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
MESTRADO ACADÊMICO EM EDUCAÇÃO**

SAMELA CRISTINA DA SILVA BONFIM

**ENTRE A SALA DE AULA, O RIO E O CIBERESPAÇO: TECNOLOGIAS COMO
RECURSOS EDUCATIVOS E DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA AMAZÔNIA**

**SANTARÉM/PA
2021**

SAMELA CRISTINA DA SILVA BONFIM

**ENTRE A SALA DE AULA, O RIO E O CIBERESPAÇO: TECNOLOGIAS COMO
RECURSOS EDUCATIVOS E DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal do Oeste do Pará, para a obtenção do título de Mestre em Educação. Linha de pesquisa: Formação humana em contextos formais e não formais na Amazônia.
Orientador: Prof. Dr. Gilson Cruz Júnior – UFOPA - ICED

**SANTARÉM/PA
2021**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) da UFOPA
Catalogação de Publicação na
Fonte. UFOPA - Biblioteca Unidade Rondon

Bonfim, Samela Cristina da Silva.

Entre a sala de aula, o rio e o ciberespaço: tecnologias como recursos educativos e de conservação ambiental na Amazônia / Samela Cristina da Silva Bonfim. - Santarém, 2021.
165fl.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação). Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Instituto de Ciências da Educação (ICED). Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE).
Orientador: Gilson Cruz Júnior.

1. Tecnologias. 2. Educação Ambiental. 3. Meio Ambiente. I. Cruz Júnior, Gilson. II. Título.

UFOPACampus Rondon

CDD 23.ed. 371.33

SAMELA CRISTINA DA SILVA BONFIM

ENTRE A SALA DE AULA, O RIO E O CIBERESPAÇO: TECNOLOGIAS COMO RECURSOS EDUCATIVOS E DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA AMAZÔNIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal do Oeste do Pará, em Educação.

Linha de pesquisa: Formação humana em contextos formais e não formais na Amazônia.

Conceito:

Data de aprovação: 30/11/2021

Prof. Dr. Gilson Cruz Júnior – UFOPA –ICED (Orientador)
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

Prof. Dr. José Ricardo e Souza Mafra
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

Prof. Dra. Antônia Socorro Pena da Gama
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)



Universidade Federal do Oeste do Pará
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ATA Nº 72

Ata da sessão pública referente à defesa de dissertação intitulada ENTRE A SALA DE AULA, O RIO E O CIBERESPAÇO: TECNOLOGIAS COMO RECURSOS EDUCATIVOS E DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA AMAZÔNIA, para fins de obtenção do título de mestre em Educação, área de concentração Educação na Amazônia, pelo(a) discente SAMELA CRISTINA DA SILVA BONFIM (matrícula 2019101066 - início do curso em 03/2019), sob orientação do(a) Prof.(a) Dr.(a) GILSON CRUZ JUNIOR.

Aos trinta dias do mês de novembro do ano de 2021, às 09:00 horas, por meio de vídeo conferência Google Meet, reuniu-se a Banca Examinadora da Dissertação em epígrafe, aprovada pela Executiva do Colegiado do Programa conforme a seguinte composição:

Dr.(a) GILSON CRUZ JUNIOR - Orientador(a) Presidente

Dr.(a) ANTONIA DO SOCORRO PENA DA GAMA - Membro titular externo

Dr.(a) JOSE RICARDO E SOUZA MAFRA - Membro titular interno

Tendo o(a) senhor(a) Presidente declarado aberta a sessão, mediante o prévio exame do referido trabalho por parte de cada membro da Banca, o(a) discente procedeu a apresentação de seu Trabalho de Conclusão e foi submetido(a) à arguição pela Banca Examinadora que, em seguida, deliberou sobre o seguinte resultado:

(X)Aprovado, fazendo jus ao título de Mestre em Educação.

() Reprovado.

Dra. ANTONIA DO SOCORRO PENA DA GAMA, UFOPA

Examinadora Externa ao Programa

Dr. JOSE RICARDO E SOUZA MAFRA, UFOPA

Examinador Interno

Dr. GILSON CRUZ JUNIOR, UFOPA

Presidente

SAMELA CRISTINA DA SILVA BONFIM

Mestrando

Ao meu filho, Benjamin Bonfim
Barbosa.

Tecnologia é destreza, astúcia e habilidade prática racional, possibilitada pelo conhecimento que permite ao homem criar os objetos (meios, ferramentas, procedimentos sistemas e artefatos) necessários à organização, à manipulação e à transformação da matéria, energia e informação segundo sua intenção e seu objetivo (BERTOLDO; MILL, 2018).

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é fruto de infindáveis madrugadas em claro, e reúne para além de esforço pessoal, o apoio incondicional de muitos que, diretamente ou indiretamente trilharam comigo este caminho. Foi um longo percurso, que com vocês, foi um pouco mais confortável. Agradeço à Deus por tudo. Ao Warley Barbosa por ter cuidado do Benjamin quando precisei me ausentar. Meu filho celebra comigo esta conclusão, pois nasceu em meio ao mestrado e durante uma pandemia mundial. Por ele e pra ele todo sacrifício, que deixou de ser um projeto pessoal e individual, para ser uma meta, para lhe proporcionar mais conforto. À minha mãe por todo apoio.

Agradecimentos ao meu orientador, Gilson Cruz Junior por todo esforço empenhado, por sua dedicação nesta jornada e pelo conhecimento partilhado no Laboratório Interdisciplinar de Estudos Em Cultura, Comunicação e Educação (LINCCE).

Agradecer às amigas Socorro Pena e Wandicleia Lopes, tão presentes e incentivadoras em todo o processo do mestrado.

Gratidão à Sapopema pelo apoio à realização desta pesquisa, à WCS por contribuir com a investigação do objeto de estudo, à Ufopa por ser este espaço de profundo conhecimento e oportunidade, ao Projeto Saúde e Alegria pelo incentivo e por me ensinar tanto e mais recentemente ao IESPES por me permitir a vivência na docência.

Aos professores das disciplinas do mestrado, José Ricardo Mafra, Tânia Brasileiro, Percival Leme Britto, Anselmo Colares, Lilian Colares, Hergos Couto, por todo conhecimento compartilhado.

Destaco aqui minha admiração por todos os colegas e amigos da turma do PPGE 2019. Pessoas tão queridas e acolhedoras, que durante todo este trajeto, caminharam juntos e inspiraram com sua generosidade. Em especial à amiga Paula Nogueira, companheira de orientação e presente do mestrado. Por todas as dores partilhadas, força e incentivo, muito obrigada.

Desejo a cada um, um mundo melhor, em meio ao caos em que estamos vivendo. São tempos difíceis, mas seguir estudando é um ato de resistência.

RESUMO

Esta pesquisa tem como foco as inserções das tecnologias nas ações de educação ambiental promovidas pelo Projeto Ciência Cidadã para a Amazônia gerido pela “*Wildlife Conservation Society*” e executado pela Sapopema em Santarém-Pará, com ênfase na compreensão dos papéis formativos cumpridos por esses recursos no âmbito do monitoramento da pesca e da qualidade da água. Nesse sentido, analisa as atividades envolvendo os usos do aplicativo de celular *Ictio* na observação da migração de peixes e o *Foldscope*, microscópio de papel para análise microbiológica da água. Os recursos foram utilizados por estudantes da Escola São Sebastião e Escola Nossa Senhora das Graças, situadas na comunidade Aracampina e Aldeia Solimões, respectivamente. No plano metodológico, caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, de cunho exploratório e caráter descritivo, adotando a entrevista semiestruturada como estratégia principal para a coleta e construção dos dados, contando com a participação de um total de 13 (treze) estudantes. Como resultado, observou-se que os estudantes foram capazes de identificar diferentes aspectos da educação ambiental, das tecnologias e das interfaces entre ambas. Para os entrevistados, as tecnologias *Ictio* e *Foldscope* adquiriram significados como: ferramenta de sociabilidade, meio para a realização de pesquisas e busca por informação, além de recurso aliado em ações de conservação ambiental. Com base em suas experiências, os entrevistados também apontaram algumas das limitações relativas à presença das tecnologias na comunidade e, particularmente, em sua escola, tais como restrições infraestruturais, dificuldade de acesso à internet, escassez de atividades que integram tecnologias aos processos de aprendizagem. Sobre a educação ambiental, destacou-se o fortalecimento da consciência em relação à necessidade de uma ampla e permanente defesa do ecossistema entre a maior parte dos estudantes. Nas entrevistas, a proteção da floresta foi indicada como princípio indispensável à promoção do respeito e cuidado da biodiversidade. Apesar das restrições técnicas das escolas, os estudantes reconhecem a importância das aprendizagens amparadas pelas tecnologias *ictio* e *foldscope*, sobretudo no tocante à compreensão sobre o processo de desova e migração de peixes. Do mesmo modo, os estudantes associaram o Projeto à promoção de ações ligadas ao meio ambiente e à sustentabilidade na escola, como a coleta participativa de dados envolvendo habitantes da região. Por fim, considera-se que essa integração entre membros de uma mesma comunidade, enseja formas de engajamento em defesa do ecossistema, bem como a partilha e construção coletiva do conhecimento mediante a vivência prática da ciência e da investigação dentro e fora das salas de aula.

Palavras-chave: Tecnologias. Educação Ambiental. Meio Ambiente. Amazônia.

ABSTRACT

This research focuses on the insertion of technologies in environmental education actions promoted by the Citizen Science Project for the Amazon managed by the "Wildlife Conservation Society" and carried out by Sapopema in Santarém-Pará, with an emphasis on understanding the training roles played by these resources in the scope of fisheries and water quality monitoring. In this sense, it analyzes the activities involving the uses of the mobile application Ictio in the observation of fish migration and the Foldscope, a paper microscope for microbiological analysis of water. The resources were used by students from Escola São Sebastião and Escola Nossa Senhora das Graças, located in the Aracampina and Aldeia Solimões communities, respectively. In terms of methodology, it is characterized as a qualitative research, exploratory and descriptive in nature, adopting the semi-structured interview as the main strategy for data collection and construction, with the participation of a total of 13 (thirteen) students. As a result, it was observed that students were able to identify different aspects of environmental education, technologies and interfaces between them. For the interviewees, the Ictio and Foldscope technologies acquired meanings as a sociability tool, a means to carry out research and search for information, in addition to being an allied resource in environmental conservation actions. Based on their experiences, the interviewees also pointed out some of the limitations related to the presence of technologies in the community and, particularly, in their school, such as infrastructure restrictions, difficulty in accessing the internet, lack of activities that integrate technologies into learning processes. Regarding environmental education, the strengthening of awareness regarding the need for a broad and permanent defense of the ecosystem among most students was highlighted. In the interviews, the protection of the forest was indicated as an essential principle for promoting respect and care for biodiversity. Despite the technical restrictions of schools, students recognize the importance of learning supported by ictio and foldscope technologies, especially with regard to understanding the process of spawning and fish migration. Likewise, the students associated the Project with the promotion of actions related to the environment and sustainability at school, such as participatory data collection involving inhabitants of the region. Finally, it is considered that this integration between members of the same community, entails forms of engagement in defense of the ecosystem, as well as the sharing and collective construction of knowledge through the practical experience of science and research inside and outside the classroom.

Keywords: Technologies. Environmental education. Environment. Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Os quatro estágios da Revolução industrial.....	28
Figura 2- Esquema com as fases da pesquisa.....	66
Figura 3 - Fases da análise de conteúdo.....	69
Figura 4 – Mapa de localização da Comunidade Aracampina e Aldeia Solimões.....	70
Figura 5 – Mapa de abrangência do Projeto Ciência Cidadã na Bacia Amazônia.....	74
Figura 6 - Atuação do Projeto Ciência Cidadã Para Amazônia.....	76
Figura 7 – Projeto Ciência Comunitária.....	77
Figura 8 – Fieldkit	78
Figura 9 – Interface da aplicação <i>Ictio</i>	79
Figura 10 – Reunião de apresentação do projeto às escolas em 04/07/2018.....	78
Figura 11 – Reunião de apresentação do Projeto Ciência Cidadã aos pais e alunos em 20/07/2018.....	80
Figura 12 – Oficina realizada em Santarém em 06 de agosto de 2018.....	81
Figura 13 – Encontro promovido em 07 de setembro de 2018 na aldeia Solimões em Santarém-PA.....	82
Figura 14 – Capacitação para uso do <i>Foldscope</i> em 07 de fevereiro de 2019.....	83
Figura 15 – Atividade de devolutiva dos dados em Aracampina em 28 de março de 2019.....	84
Figura 16 – Encerramento do intercâmbio em Tefé, Amazonas.....	85
Figura 17 – Encerramento da experiência piloto.....	86
Figura 18 – Atividades realizadas pelo Projeto Ciência Cidadã em Santarém (julho de 2018 a setembro de 2020).....	87
Figura 19 – Mapa de comunidades integrantes do Projeto Ciência Cidadã no Pará em 2021.....	90

Figura 20 – Escola Nossa Senhora das Graças, Aldeia Solimões em Santarém-PA.....	94
Figura 21 – Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental, São Sebastião, comunidade Aracampina.....	96
Figura 22 – Tecnologia desenvolvida pelos comunitários para acesso à internet.....	97
Figura 23 – Lista de peixes migradores no aplicativo <i>Ictio</i>	99
Figura 24 - Oficina para uso do <i>Ictio</i> em Santarém.....	101
Figura 25 – <i>Foldscope</i>	112
Figura 26 - Análise e coleta de amostras de água em Aracampina.....	113
Figura 27 – Mandada com resultados das categorias de análise.....	143

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Presença de TICs nos domicílios – período 2005/2018.....	29
Quadro 2 – Pesquisas sobre ‘tecnologias e educação ambiental’ plataforma Scielo.....	55
Quadro 3 – Pesquisas sobre Tecnologia e Educação Ambiental – Biblioteca Digital USP.....	57
Quadro 4 – Pesquisas sobre Tecnologia e Educação Ambiental – CAPES.....	58
Quadro 5 – Pesquisas sobre Projeto Ciência Cidadã para a Amazônia.....	60
Quadro 6 – Relação de escolas envolvidas no Projeto Ciência Cidadã no Oeste do Pará em 2021.....	88
Quadro 7 – Número de listas enviadas ao aplicativo <i>Ictio</i>	105
Quadro 8 – Espécies registradas por estudantes do Baixo Amazonas no aplicativo <i>Ictio</i>	105
Quadro 9 – Coordenadas geográficas dos locais de registro de lista em Aracampina e Solimões.....	106
Quadro 10 – Avaliação da experiência pela coordenação pedagógica do projeto em Santarém.....	108
Quadro 11 – Situação de telecentros em municípios do Oeste do Pará.....	138

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tipo de registro identificado entre os usuários de Solimões e Aracampina.....	106
Gráfico 2 - Resultado dos questionários sobre Impressões sobre o uso do APP.....	109
Gráfico 3 - Idade dos participantes.....	116
Gráfico 4 - Série na época do projeto.....	117

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APP – Aplicativo

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CCPA – Ciência Cidadã para a Amazônia

DH – Desenvolvimento Humano

EA – Educação Ambiental

GESAC - Governo Eletrônico Serviço de Atendimento ao Cidadão

IA – Inteligência Artificial

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

ONU – Organização das Nações Unidas

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PRONEA - Programa Nacional de Educação Ambiental

RESEX - Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns

SAPOPEMA – Sociedade Para Pesquisa e Proteção do Meio Ambiente

TC – Tecnologia da comunicação

TDICs - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

TICs - Tecnologias da Informação e Comunicação

TS – Tecnologia Social

WCS - Wildlife Conservation Society

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Problema de pesquisa.....	17
1.2 Objetivos.....	17
1.3 Justificativa	17
1.4 Estrutura da dissertação	19
2. CULTURA DIGITAL E SOCIEDADE.....	21
2.1 Cultura digital e transformações no cotidiano	21
2.2 TDICS e novas formas de participação	30
2.3 Desenvolvimento humano e relações com tecnologias	36
2.4 Inclusão digital.....	40
3. MEIO AMBIENTE, EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS.....	45
3.1 O meio ambiente como componente do desenvolvimento humano.....	45
3.2 Meio ambiente e sustentabilidade	47
3.3 Educação ambiental	50
3.4 Tecnologias, meio ambiente e educação: um breve estado da arte.....	54
4. METODOLOGIA.....	64
4.1 Tipo de pesquisa e abordagem	64
4.2 Instrumentos de pesquisa.....	66
4.3 Análise dos dados.....	67
4.3 Locus da Pesquisa.....	69
4.4 Sujeitos da pesquisa.....	70
5. TECNOLOGIA CIDADÃ NA EXPERIÊNCIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO NA AMAZÔNIA	72
5.1 Projeto Ciência Cidadã para a Amazônia.....	72

5.2 Experiência piloto na aldeia Solimões e comunidade Aracampina	79
5.3 Aspectos geográficos e culturais do lócus da pesquisa	91
5.4 Aplicativo <i>Ictio</i>	98
5.5 Microscópio de papel – <i>Foldscope</i>	109
5.6 Limites e possibilidades dos recursos tecnológicos na educação ambiental: dialogando com os resultados	115
5.6.1 Educação ambiental	117
5.6.1.1 Possibilidades	117
5.6.1.2 Fatores limitantes	123
5.6.2 Tecnologias na educação	132
5.6.2.1 Possibilidades	132
5.6.2.2 Fatores limitantes	135
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	144
REFERÊNCIAS	150
GLOSSÁRIO	159
APÊNDICE A - ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA	161

1. INTRODUÇÃO

A integração das tecnologias de informação e comunicação (TICs) às práticas pedagógicas representa um dos principais desafios da educação do século XXI. No Brasil, desde a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9394 de 1996, está prevista a implementação de tecnologias em contextos escolares. Por outro lado, os investimentos nesse sentido parecem ainda não ter produzido os impactos esperados, deixando as instituições de ensino e os profissionais da educação à espera de estratégias efetivas de aprimoramento e transformação. Nesse contexto, iniciativas pontuais desenvolvidas pelo terceiro setor¹ podem ser alternativas capazes de estimular aproximações entre educação e tecnologias com base em temas intrínsecos e extrínsecos ao currículo escolar.

Uma das iniciativas alinhadas a essa meta é o Projeto Ciência Cidadã Para a Amazônia², o qual foi idealizado pela *Wildlife Conservation Society* (WCS)³, com o apoio da *Fundação Gordon and Betty Moore*⁴. Um de seus principais objetivos é gerar informações sobre peixes e águas na escala da Bacia Amazônica com a participação de atores comunitários no processo de coleta dos dados, formando uma rede de organizações para o manejo sustentável da pesca e a conservação de áreas da Amazônia. Esta conta com a representação de instituições do Brasil, Equador, Estados Unidos, Colômbia, França, Peru e Bolívia. No Estado do Pará, o município de Santarém integra a rede de colaboração por intermédio da parceria entre entidades como a Sociedade Para Pesquisa e Proteção Para o Meio Ambiente (SAPOPEMA)⁵, a Universidade

¹ Pessoas jurídicas de interesse social sem fins lucrativos com objetivo principal de atuação voluntária para o aperfeiçoamento da sociedade civil (MPGO, 2019).

² O Projeto Ciência Cidadã Para a Amazônia é conceituado na seção 5.

³ *Wildlife Conservation Society* – WCS ‘Sociedade de Conservação de Animais Selvagens’ foi fundada por Andrew H. Green, Henry Fairfield Osborn, Madison Grant e Theodore Roosevelt como New York Zoological Society “Sociedade Zoológica de Nova York” em 26 de abril de 1895, tendo seu nome alterado para *Wildlife Conservation Society* em 1993. A entidade propõe como missão salvar vida selvagem e lugares selvagens em todo o mundo através da ciência, conservação ação, educação e pessoas inspiradoras para valorizar a natureza, e por visão imaginar um mundo onde a vida selvagem prospera em terras e mares saudáveis, valorizados pelas sociedades que abraçam e se beneficiam da diversidade e integridade da vida na Terra. Atualmente, além de gerenciar a maior rede mundial de parques de vida selvagem urbana, a WCS trabalha em quase 60 países e em todos os oceanos do mundo para salvar a vida selvagem e os lugares selvagens em que vivem. A organização atua em regiões biologicamente destacadas e onde a conservação de espécies e processos ecológicos a longo prazo é viável. São áreas de atuação: África – Camarões, República Centro-Africana, Congo, RD Congo, Guiné Equatorial, Gabão, Quênia, Madagascar, Moçambique, Nigéria, Ruanda, Sudão do Sul, Tanzânia, Uganda, Zâmbia, Ásia – Afeganistão, Bangladesh, Camboja, China, Fiji, Índia, Indonésia, Lao PDR, Malásia, Mongólia, Myanmar, Papua Nova Guiné, Rússia, Cingapura, Tailândia, Vietnã, As Americas – Argentina, Belize, Bolívia, Brasil, Canadá, Chile, Colômbia, Cuba, Equador, Guatemala, Nicarágua, Paraguai, Peru, Estados Unidos da America (WCS, 2019).

⁴ Fundação americana criada em setembro de 2000 para apoiar descobertas científicas, conservação ambiental, melhorias no atendimento ao paciente e preservação da área da baía de São Francisco, Califórnia. (Acessar www.moore.org).

⁵ A Sociedade Para Pesquisa e Proteção do Meio Ambiente é uma ONG sem fins lucrativos fundada em 2002 por professores, alunos e funcionários da Universidade Federal do Pará - UFPA Campus de Santarém. A SAPOPEMA

Federal do Oeste do Pará (UFOPA)⁶, o Projeto Saúde e Alegria⁷ e a WCS. Além disso, também foram selecionados estudantes (filhos de pescadores), professores e funcionários da Escola Nossa Senhora das Graças e São Sebastião para integrar as equipes de monitoramento de peixes migradores nas comunidades Solimões e Aracampina, situadas no município de Santarém na Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns e na Várzea do Rio Amazonas, respectivamente.

O projeto apresenta algumas alternativas para que a referida rede de organizações e pessoas produza e partilhe informações sobre peixes e águas no contexto da Bacia Amazônica. Por intermédio de uma abordagem participativa amparada por tecnologias de baixo custo, como é o caso do aplicativo *Ictio*, que permite o registro de informações sobre peixes migradores presentes nas comunidades através do uso de aparelhos celulares. Além do app, outra tecnologia vinculada ao projeto foi incorporada às aulas: o *Foldscope*, um microscópio de papel portátil com qualidade ótica semelhante aos microscópios convencionais e que se propõe a engajar os estudantes em diferentes formas de exploração científica, mediante a verificação das condições de potabilidade da água nas referidas comunidades. Do ponto de vista educacional, ambas as tecnologias foram mobilizadas em favor de dois processos distintos, mas complementares: 1) a construção de conhecimentos sobre o meio ambiente com base na mobilização de recursos e procedimentos científicos; 2) a conscientização acerca da importância dos recursos naturais e sua preservação, seja na fauna, seja na flora.

O interesse pelo tema se constituiu a partir de nossa atuação profissional no âmbito da comunicação social e do jornalismo. Desde de 2018, tem nos despertado a atenção o uso de recursos tecnológicos em propostas de educação e defesa do meio ambiente em comunidades da floresta Amazônica. Nos anos que se seguiram, começamos a divulgar ações em âmbito local, regional e nacional (G1 SANTARÉM E REGIÃO, 2019; LUCIANO, 2018; BONFIM, 2018; UFOPA, 2018; BONFIM, 2019; GLOBOPLAY, 2019) dando visibilidade a experiências de uso desses instrumentos no monitoramento de peixes e qualidade da água. O envolvimento dos voluntários na utilização dos instrumentos de forma aliada à natureza nos despertou o desejo

desenvolve trabalhos na região de várzea do Baixo Amazonas, onde tem atuado intensamente junto a comunidades ribeirinhas buscando fortalecer o manejo sustentável da pesca e outros recursos naturais de várzea (Acessar Sapopema.org).

⁶ Integrante do Projeto de extensão ‘Conflitos socioambientais no setor pesqueiro na várzea da região do Baixo Amazonas’ cadastrado na Pró-Reitoria da Cultura, Comunidade e Extensão (PROCCE) da Ufopa.

⁷ O Projeto Saúde e Alegria (PSA) atua na Amazônia com o objetivo de promover e apoiar processos participativos de desenvolvimento comunitário integrado e sustentável, que contribuam de maneira demonstrativa no aprimoramento das políticas públicas, na qualidade de vida e no exercício da cidadania. Iniciou suas ações em 1987 junto a 16 comunidades-piloto da zona rural de Santarém/Pará. A partir de 2000, começou a expansão gradual de sua área de cobertura. Além de Santarém, atua hoje diretamente em mais três municípios do oeste paraense – Belterra, Aveiro e Juruti – atendendo aproximadamente de 30 mil pessoas (Acessar Saudeealegria.org.br).

de investigar as questões inerentes à participação social impulsionada pelas tecnologias, juntamente com as maneiras como essas experiências impactam a vida dos voluntários.

1.1 Problema de pesquisa

Quais são os limites e as possibilidades das experiências no âmbito do Projeto Ciência Cidadã Para a Amazônia no que tange ao papel educacional cumprido pelas tecnologias *Ictio* e *Foldscope* na aldeia Solimões e comunidade Aracampina em Santarém?

1.2 Objetivos

Objetivo geral

- Investigar o Projeto Ciência Cidadã, visando compreender os possíveis papéis formativos desempenhados pelas tecnologias nas propostas de educação, monitoramento da pesca e qualidade da água na aldeia Solimões e comunidade Aracampina em Santarém-Pará.

Objetivos específicos

- Descrever as ações formativas amparadas pelas tecnologias *Ictio* e *Foldscope* no tocante à educação ambiental e conservação das espécies aquáticas;
- Identificar o significado e relevância das experiências envolvendo o processo de monitoramento da pesca para a vida dos participantes;
- Analisar a participação dos estudantes nas práticas educativas vinculadas ao uso do *Ictio* e *Foldscope* dentro e fora da sala de aula.

1.3 Justificativa

É muito difundida a crença na dependência do ser humano em relação a muitas tecnologias que surgem em função da necessidade de realizar tarefas diversificadas, das mais simples às mais complexas. Em geral, a popularização das tecnologias implica em transformações na cultura e nas práticas cotidianas. Em nossa trajetória profissional, temos notado o quão essenciais estas podem ser para a execução de atividades profissionais, sociais e educacionais. Este parece ser caso do *Ictio* e *Foldscope*, recursos que podem cumprir o papel de aliados nos processos de ensino-aprendizagem e impulsionar moradores de áreas isoladas a exercerem a participação cidadã em prol do ambiente em que vivem.

Para Severino (2007), o conhecimento é uma das principais ferramentas capazes de enfrentar os desafios da realidade. Por isso, é necessário fomentar ações capazes de desenvolver o saber científico e tecnológico em todos os âmbitos da vida. Assim, vale destacar o potencial de contribuição das tecnologias para a formação geral dos indivíduos e para o estímulo à aprendizagem da ciência por intermédio da incitação à curiosidade. Para o autor, existem conexões diretas entre os avanços tecnológicos e a atividade científica. De acordo com a forma como é conduzida, essa relação pode, inclusive, resultar na dominação e submissão de populações inteiras, bem como na eclosão de conflitos e guerras. Uma vez reconhecida sua capacidade, as tecnologias podem ser concebidas como instrumentos capazes de formar cidadãos em parceria com a educação, atuando no enfrentamento de diversos desafios, entre os quais, encontram-se os de ordem ambiental.

O impacto das tecnologias foi reconhecido como um fator que tem acirrado diferenças geracionais. Um dos autores que promoveu essa perspectiva é Marc Prensky (2001). Ele entende que as gerações mais jovens e as mais antigas têm diferenças no modo como se apropriam das tecnologias e como isso interfere na maneira como estas assimilam e processam informações e, conseqüentemente, aprendem. Trata-se de uma noção que foi objeto de muitas controvérsias. Críticas em relação ao seu caráter determinista e ao fato de desconsiderar diferença de acesso entre as novas gerações em diferentes regiões do mundo, como por exemplo a maneira como adolescentes moradores do Estado de São Paulo e ribeirinhos lidam com as tecnologias digitais. Em todo caso, essas críticas anulam os indícios da existência de diferenças na apropriação das tecnologias em função das regiões ou gerações em que se encontram seus usuários. Prensky (2001) diz que crianças nascidas rodeadas às tecnologias digitais se habituariam mais facilmente a elas, enquanto que aquelas que cresceram antes da ascensão da cibercultura e depois de adultos precisaram se afeiçoar a essa realidade, por vezes demonstram dificuldades na interação com as mídias eletrônicas

Para Buckingham (2010), o desaparecimento da escola em decorrência da massificação das tecnologias digitais na vida dos estudantes é uma hipótese corrente em discursos educacionais conservadores. Apesar de descartar a possibilidade de extinção da educação institucional, afirma que “num ambiente que é cada vez mais dominado pela proliferação da mídia eletrônica e das demandas e dos imperativos da cultura de consumo, a escola precisa, com urgência, assumir um papel mais proativo” (BUCKINGHAM, 2010, p. 55). Nesse cenário, a criatividade para ideias novas sobre aprendizagem, comunicação e cultura são competências fundamentais aos espaços de formação na atualidade.

Outra variável que permeia a educação contemporânea é a preocupação crescente com o meio ambiente. No contexto amazônico, por exemplo, existem comunidades tradicionais dotadas de modos de vida que dependem diretamente de recursos naturais e da biodiversidade, esforçando-se para garantir uma convivência pautada pela sustentabilidade⁸. Em geral, as principais preocupações de ribeirinhos, indígenas e quilombolas giram em torno do crescimento desordenado, da exploração excessiva do pescado, da madeira, de animais e etc (BRASIL, 2018)

Num primeiro plano, a educação ambiental se populariza de maneira informal, como um conjunto de conhecimentos transmitidos de geração em geração entre familiares. Apesar de práticas de educação ambiental estarem presentes na vida dos ribeirinhos há bastante tempo, as primeiras teorizações formais começaram a surgir somente a partir da segunda metade do século XX, estando ainda em processo de constituição e consolidação desde então. Na Política Nacional de Educação Ambiental, mais precisamente, na Lei nº 9795/1999, Art 1º, essa modalidade educativa é definida pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 1999) como um conjunto de processos que possibilitam ao indivíduo conhecimentos e valores voltados à conservação do meio ambiente, com ênfase na qualidade de vida e sustentabilidade. No geral, a consolidação de políticas públicas com essa finalidade se inicia com a clareza no estabelecimento das metas. Seguindo essa premissa, compreendemos que a educação ambiental busca apresentar possibilidades para que os sujeitos criem formas próprias de contribuir com a conservação/preservação do meio ambiente, disseminando o conhecimento entre os pares.

1.4 Estrutura da dissertação

Com objetivo de proporcionar uma visão expandida dos conteúdos abordados, dividimos este trabalho em quatro seções, sendo que a primeira aborda a relação entre cultura digital e sociedade, sucedida pela discussão sobre tecnologias, desenvolvimento humano, inclusão sociodigital e meio ambiente. Após o estabelecimento dos marcos teóricos, será apresentado o desenho metodológico da investigação, seguido da descrição do Projeto Ciência Cidadã Para a Amazônia. De modo sintético, a organização do trabalho segue a seguinte disposição:

- 1) Cultura digital e sociedade:** apresenta o conceito de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, juntamente com as transformações geradas por ela em setores estratégicos da sociedade, sua contribuição na promoção de novas formas de

⁸ Conceito apresentado na seção 3.

participação social, cultural e política; delimita as articulações entre os referidos domínios delineando o papel das TDICs na promoção de formas de desenvolvimento humano em diferentes âmbitos da atividade humana;

2) Meio ambiente, educação e tecnologias: discorre sobre meio ambiente, educação e tecnologias, tomando como ponto de partida a sustentabilidade e educação ambiental, apresentando pesquisas envolvendo tecnologias, meio ambiente e educação.

3) Metodologia: descreve instrumentos e procedimentos para coleta e construção dos dados, seguida da contextualização do lócus de investigação, da descrição dos sujeitos participantes;

4) Resultados: analisa os desdobramentos da inserção do *Ictio* e *Foldscope* no âmbito do Projeto Ciência Cidadã Para a Amazônia com foco na experiência piloto realizada na aldeia Solimões, localizada na Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns, e na comunidade Aracampina, situada na região de várzea de Santarém.

Com este trabalho espera-se contribuir com os estudos e pesquisas educacionais sobre tecnologias, educação e meio ambiente, tendo como pano de fundo a educação na Amazônia e o uso das tecnologias para conservação do ecossistema.

2. CULTURA DIGITAL E SOCIEDADE

O objetivo desta seção é apresentar as bases teóricas desta pesquisa. Para isso, inicia esboçando um panorama da cultura digital e suas relações com a sociedade contemporânea, demonstrando como esta tem fomentado novas formas de sociabilidade e de participação social. A seção está estruturada em quatro temas principais: i) a cultura digital e as transformações no cotidiano; ii) TDICs na promoção de novas formas de participação social e cidadã; iii) desenvolvimento humano e suas relações com as tecnologias e iv) considerações sobre a inclusão digital. Discutimos ainda sobre as tecnologias na sociedade pós-industrial, a participação do cidadão na esfera pública/política, ciberdemocracia e, por fim, cultura democrática.

2.1 Cultura digital e transformações no cotidiano

Quando se fala de cultura digital, cibercultura, tem sempre uma ideia futurista, uma ideia de ficção científica. E, na realidade, não é isso, trata-se da cultura hoje marcada por essas ferramentas eletrônicas (LEMOS, 2009, p. 136).

Inspirada em André Lemos⁹, começo a investida em busca de compreender a ‘cultura digital’ e seus desdobramentos na relação com sociedade. Trata-se de um fenômeno profundamente enraizado no contemporâneo que, segundo a compreensão do autor, costuma estar associado a manifestações extraordinárias, contrariando a sua crescente presença em atividades corriqueiras. No geral, cultura digital e cibercultura são sinônimos de modos de vida e pensamento que englobam processos sociais mediados por dispositivos eletrônicos nos âmbitos do trabalho, lazer e educação. Essa ideia começou a ser propagada no final da década de 1980, quando se popularizam diversas tecnologias antes restritas a setores especializados, como os microcomputadores. Lemos (2009) explica que a possibilidade de produção e distribuição da informação com auxílio de recursos móveis tem impactado todas as áreas da vida social, da política, do comércio e do lazer. Graças à internet, esse movimento pode ocorrer em escala mundial e com auxílio da convergência de diferentes linguagens midiáticas, como o vídeo, o texto, a foto e o vídeo.

⁹ André Lemos é Professor Titular do Departamento de Comunicação e do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Cultura Contemporâneas da Faculdade de Comunicação da UFBA. É Membro fundador da Associação Brasileira de Pesquisadores em Cibercultura (ABCIBER). Tem 13 livros publicados/organizados e dezenas de artigos em revistas acadêmicas. Recentemente publicou estudos sobre Narrativas sobre a privacidade e Internet das Coisas, Interfaces Maliciosas: estratégias de coleta de dados pessoais em aplicativos.

Além de atual, emergente e atemporal, a cultura digital reúne perspectivas vinculadas às inovações e aos avanços nos conhecimentos e sua incorporação em rede para a realização de novos tipos de interação, comunicação, compartilhamento e ações na sociedade. Assim entende Kenski (2018) que apresenta uma definição individualizada dos dois termos chave deste fenômeno – a “cultura” e o “digital”. O primeiro designa o conjunto de experiências individuais e saberes compartilhados por um determinado coletivo. Já o digital compreende o universo de signos que possibilita a geração de imagens e sons em combinação mediada por plataformas, sociabilidade e sistemas de informação. Da união dos dois termos, a autora define o que se pode considerar a cultura digital como o momento singular da interação humana amparada por uma gama crescente de meios capazes de possibilitar uma comunicação ubíqua e global.

Em uma breve historicização, Kenski (2018) esclarece que a noção de cultura digital surgiu em meados das décadas de 1980/1990, quando os computadores e redes digitais viabilizaram o surgimento de novos ambientes socioculturais. Apesar de seus muitos impactos imediatos, essa nova realidade social não se apresentou como um movimento que elimina por inteiro formas culturais preexistentes. Pelo contrário, tem auxiliado o surgimento e a hibridação de novos modos de vida, com referenciais outros, partindo de uma ruptura com modelos hegemônicos de sociabilidade e expressão, mudando inúmeros conceitos e práticas sem necessariamente extingui-los. Aliás, para a autora, essa é uma das principais características da cultura digital: a ruptura responsável por transformar a vida das pessoas conectadas numa espécie de novo “mundo real”. Um dos exemplos apresentados por ela aponta a adesão maciça aos aparelhos de smartphone que vem possibilitando uma maior proximidade entre indivíduos, além de ampliar o acesso a um acervo crescente de dados e serviços.

A cultura na era digital também tem levado os usuários da rede a vivenciarem novas relações com o conhecimento. No que diz respeito a isso, Kenski (2018), em diálogo com Lévy (1999), aponta que os novos espaços cibernéticos têm ajudado promover a ampliação, exteriorização e modificação de funções cognitivas humanas, como a imaginação, o raciocínio e a memória. Entretanto, também aponta para os desdobramentos perigosos desse processo, como o uso dos conhecimentos e das competências neste universo para atividades prejudiciais à humanidade, como violência, discursos de ódio e demais atos criminosos. Trata-se de um conjunto de oportunidades e riscos ligados à cultura digital que, indiretamente, demonstram a urgência de um diálogo campos estratégicos, como a educação, visando uma maior conscientização dos usuários em relação ao uso seguro dos meios digitais.

Pierre Levy (1999, citado por KENSKI, 2008) também destaca que a cibercultura é uma cultura produzida e transmitida por intermédio de meios digitais. Historicamente, a transmissão

de conhecimento ocorreu predominantemente numa escala de um-para-muitos, havendo menos espaço para dinâmicas baseadas no diálogo e na valorização dos educandos como sujeitos dotados de conhecimentos. Por meio das práticas de comunicação mediadas pela internet, novos intercâmbios foram inaugurados, possibilitando formas simétricas de circulação de informação alinhadas a um modelo de interação “muitos-para-muitos”. Para Levy (1999), a cultura digital representa a quarta revolução da comunicação, sendo a primeira a invenção da escrita, a segunda a do alfabeto e a terceira a da imprensa. É lícito afirmar que a cibercultura cria as condições para ampliação da produção, do compartilhamento e da circulação de todas essas formas de expressão, o que com frequência tem sido classificado como um evento revolucionário. Outra perspectiva vem de Santaella (2018) que estabelece algumas das distinções históricas da cultura das mídias, termo que designa uma fase transitória importante para entender a cibercultura. Para ela, a cultura digital corresponde ao cenário que se desdobra da convergência das mídias, isto é, da união e da convivência integradas entre diferentes meios de comunicação. Entre os exemplos, figuram os aparelhos celulares que passaram a reunir diferentes funções antes exercidas por equipamentos distintos, como a máquina fotográfica, o GPS, o computador, a calculadora, o aparelho de TV, etc. De modo sintético, a autora também ressalta a necessidade de compreender cada época que constitui a história da humanidade a partir das formas de comunicação predominantes na cultura, as quais foram ordenadas da seguinte maneira: 1) cultura oral; 2) cultura escrita; 3) cultura impressa; 4) cultura das massas; 5) cultura das mídias; 6) cultura digital. No tocante às duas últimas, Santaella reconhece que, apesar serem usadas como sinônimos, os termos surgem e se desenvolvem em momentos históricos distintos. A cultura das mídias foi um período essencial para a ascensão da cibercultura, pois criou as condições técnicas e sociais para afirmação do paradigma da comunicação em rede.

Antes de tudo, deve ser declarado que essas divisões estão pautadas na convicção de que os meios de comunicação, desde o aparelho fonador até as redes digitais atuais, não passam de meros canais para a transmissão de informação. Por isso mesmo, não devemos cair no equívoco de julgar que as transformações culturais são devidas apenas ao advento de novas tecnologias e novos meios de comunicação e cultura. São, isto sim, os tipos de signos que circulam nesses meios, os tipos de mensagens e processos de comunicação que neles se engendram os verdadeiros responsáveis não só por moldar o pensamento e a sensibilidade dos seres humanos, mas também por propiciar o surgimento de novos ambientes socioculturais (SANTAELLA, 2003, p. 24).

O que foi explicado por Santaella (2003) possui inspiração nas ideias do pensador da comunicação Marshall McLuhan¹⁰. Nesse sentido, ressalta que a sua formulação se difere pela menor ênfase dada aos meios e mídias como aparelhos e dispositivos. Para ela, o fetiche das mídias acaba por esconder outras determinações que deveriam ser centrais na compreensão desse fenômeno, como a linguagem. Sobre este aspecto, diz que McLuhan (1969) ao defender que ‘O meio é a mensagem’, superestimava a infraestrutura técnica, o que tende a induzir a análises superficiais, considerando que os meios são puramente suportes físicos “nos quais as linguagens se corporificam e através dos quais transitam” (SANTAELLA, 2003, p. 25).

Pensando na lógica dos ambientes sociais e de como eles costumam ser dissociados do mundo virtual, Lemos (2009) menciona conceitos nos quais essa separação não existe, tais como: mídia locativa¹¹, internet das coisas¹² e download do ciberespaço¹³. À sua maneira, cada um deles ajuda a perceber o equívoco existente na tentativa de definir o mundo eletrônico como uma realidade à parte de um mundo físico. Segundo ele, no fundo, tudo é locativo, uma vez que as experiências vivenciadas por todos no ciberespaço são as mesmas experiências sentidas no corpo. Dois exemplos apresentados por Lemos (2009) explicitam a relação física como extensão da experiência virtual: de um lado, a compra em livraria virtual entregue em casa e paga com dinheiro próprio e, do outro, a educação a distância que vai servir para um futuro palpável tal qual a educação presencial. Considerando o espaço de compra virtual mediado pela internet que interliga usuários no mundo inteiro, “É como se a informação agora tivesse baixando para os objetos” (LEMOS, 2009, p. 142), uma espécie de ciberespaço que encarnou no mundo físico. A internet das coisas relaciona objetos que se conectam à internet de maneira autônoma, e que, uma vez em condições de conectividade, exerce comandos sobre eles. A presença de itens como sensores, termostatos, lâmpadas inteligentes altera, cada um à sua maneira, a rotina e as tarefas em diferentes contextos.

Desde o início do século XXI a internet passou por um período de ascensão e generalização em várias regiões do mundo. No Brasil, a internet tem cada vez mais se afirmado como um elemento inseparável das práticas cotidianas. Isso pode ser observado nos resultados

¹⁰ O educador canadense Herbert Marshall McLuhan se destacou como filósofo e teórico da comunicação. Ficou conhecido pelo conceito de aldeia global e ‘o meio é a mensagem’.

¹¹ Conjunto de tecnologias e processos info-comunicacionais cujo conteúdo informacional vincula-se a um lugar específico. O locativo é uma categoria gramatical que exprime lugar, como “em”, “ao lado de”, indicando a localização final ou o momento de uma ação. As mídias locativas são dispositivos informacionais digitais cujo conteúdo da informação está diretamente ligado a uma localidade. Isso implica uma relação entre lugares e dispositivos móveis digitais até então inédita (LEMOS, 2006, p. 01).

¹² Nova fase da cibercultura (LEMOS, 2009).

¹³ Termo é sinônimo de “internet das coisas” e “mídias locativas”. Abrange o entendimento de objetos inteligentes que recebem informações através da internet (LEMOS, 2009).

da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios “Tecnologia da Informação e Comunicação” (TIC) do IBGE (2018) no período de 2016-2018, cujos dados apontam o crescimento do acesso domésticos à rede no país. O aumento foi superior à 4% apenas na comparação entre os anos de 2017 (74,9%) e 2018 (79,1%) (IBGE, 2018). Na zona rural, o percentual foi de 41,0% para 49,2% no referido período. As informações demonstram a expansão da presença da internet no Brasil, além de aponta-la como uma tendência cultural que, apesar das desigualdades econômicas e sociais, não está mais restrita apenas às classes economicamente dominantes. Em sentido *lato*, as tecnologias propiciaram mudanças consideráveis em domínios estratégicos da sociedade, como o trabalho, a sociabilidade e o lazer. Elas tendem a obter ampla adesão pelo fato de se apresentarem como soluções para a vida humana, possibilitando compreender fatos e produzir saberes, além de desempenharem funções técnicas realizadas visando alcançar um objetivo específico. Em uma análise histórica, a relação do humano com as tecnologias iniciou há mais de 2 milhões de anos na transformação de elementos naturais em ferramentas rudimentares, surgindo então como método de sobrevivência (SELWYN, 2011). Nessa linha de raciocínio, o homem se destacou dos demais seres vivos pela capacidade de modificar objetos para alcançar uma melhor qualidade de vida. À medida que novos recursos foram criados, outros foram sendo aprimorados, modernizados e replicados conforme a demanda e eficácia. Pode-se dizer que a tecnologia frequentemente surge do anseio de tornar uma atividade mais produtiva e menos dispendiosa.

Numa tentativa de estabelecer uma compreensão etimológica da ideia, Selwyn (2011, p. 16, tradução da autora) explica que:

A primeira metade de ‘tecnologia’ refere-se à palavra grega ‘techne’, que pode ser diversamente traduzido como habilidade, arte ou habilidade. Isso por si só reflete um anterior indo-europeu prefixo ‘teks-’ que se refere ao processo de tecelagem ou fabricação (como em ‘têxtil’). A segunda metade de ‘technología’ está relacionada ao sufixo grego ‘-logía’, que pode ser traduzido de várias maneiras como a compreensão de algo, ou como um ramo do conhecimento. Nesse sentido, o termo “tecnologia” sempre se referiu aos processos e práticas de fazer coisas, entender coisas e desenvolver conhecimento.¹⁴

Essa perspectiva parte do princípio de que a tecnologia deve ser pensada para além das máquinas e objetos, mas como recurso cujos usos e funções também se constituem a partir da própria ação humana – e, por consequência, de fatores culturais. Um exemplo é a própria

¹⁴ “This can be seen in the origins of our contemporary use of the word ‘technology’ in the ancient Greek word ‘technología’. The first half of ‘technología’ relates to the Greek word ‘techne’, which can be variously translated as skill, art or craft. This itself reflects an earlier Indo-European prefix ‘teks-’ which refers to the process of weaving or fabricating (as in ‘textile’). The second half of ‘technología’ relates to the Greek suffix ‘-logía’, which can be variously translated as the understanding of something, or as a branch of knowledge. In this sense, the term ‘technology’ has always referred to the processes and practices of doing things, understanding things and developing knowledge.”

internet, a qual representa uma tecnologia que vai além dos cabos, antenas e roteadores, abrangendo também as práticas que, por meio dela desenvolvemos. Lievrouw e Livingstone's (2002, apud SELWYN, 2011) explicam que a tecnologia está associada a três dimensões distintas: material; atitudinal e contextual. O primeiro circunscreve a tecnologia aos dispositivos, objetos físicos e aparelhos, tal como são construídos; o segundo aciona as práticas e usos realizados a partir destes; e o último, por sua vez, chama atenção para os arranjos sociais e organizacionais que influenciam o modo como as duas dimensões anteriores se manifestam em um dado contexto.

As tecnologias representam um fenômeno que articula de forma dinâmica o ser humano, o meio ambiente e a cultura. Envolve a habilidade de conhecer e formular meios e procedimentos subjetivos que possibilitam modos plurais de intervenção no mundo. Estes, conforme Bertoldo e Mill (2018), podem se inscrever em diferentes áreas do conhecimento, das ciências sociais e humanas às ciências exatas. Os autores reconhecem o número crescente de pesquisas que tem a tecnologia como objeto e que apresentam concepções diversas sobre o fenômeno, abrangendo desde a ideia de coleção de máquinas ou à um conjunto de ações humanas.

Tecnologia é destreza, astúcia e habilidade prática racional, possibilitada pelo conhecimento que permite ao homem criar os objetos (meios, ferramentas, procedimentos sistemas e artefatos) necessários à organização, à manipulação e à transformação da matéria, energia e informação segundo sua intenção e seu objetivo (BERTOLDO; MILL, 2018, p. 596).

Considerada de caráter igualmente complexo, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) estão presentes em campos variados: a informática, a educação, a indústria, o marketing, a administração. Na concepção de Bertoldo *et al.* (2018, p. 618), TICs é um termo mais abrangente e enigmático que integra diferentes fatores do ciberespaço, dos meios de comunicação, “computadores, serviços e [...] sistemas de informação que recebem, armazenam, manipulam e transmitem em formato digital”. É importante frisar que o aparecimento de uma nova tecnologia não necessariamente elimina as já existentes, ou seja, tais descobertas costumam se organizar de formas cumulativas, se somando ao uso humano, como por exemplo, o smartphone não substituiu o uso do computador, apesar de reunir funções equivalentes.

Um exemplo de transformação provocada pela incorporação generalizada das TICs pode ser notado na prática do jornalismo, mais especificamente a partir do uso do aplicativo de mensagens instantâneas Whatsapp como auxiliar na produção de conteúdo. Com sua chegada no Brasil em 2009, o recurso começou a ser utilizado de maneira tímida, restrita a interações

peçoais e conversas banais. Com a popularização da ferramenta, as redações de emissoras de TVs modificaram a forma de conduzir suas produções, ampliando a participação do telespectador, possibilitando a utilização de conteúdo amador e excluindo a necessidade de envio de equipe de reportagem para cobrir uma dada notícia. Em uma pesquisa desenvolvida em âmbito local, foram identificadas as mudanças desencadeadas pelo uso do WhatsApp no âmbito do jornalismo. Entre os principais impactos está o aumento da participação externa como possibilidade de dar voz aos telespectadores (CALDEIRA, 2019).

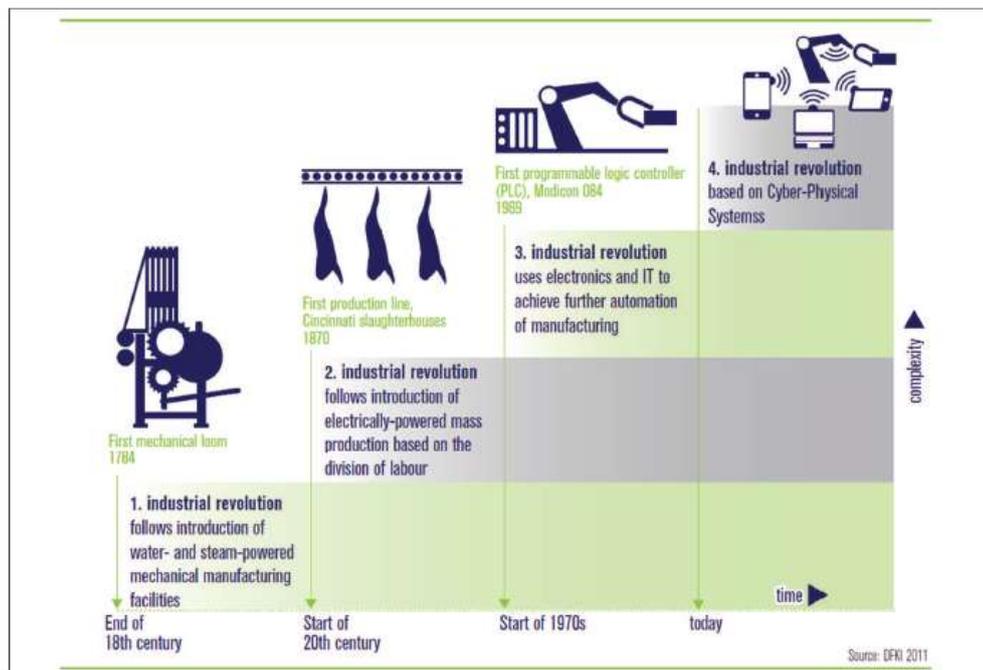
A indústria é outro exemplo de setor estratégico da sociedade impactado pela inserção das TICs. Na concepção de Santaella (2018), podemos considerar a invenção de máquinas para promover linguagens (escrita, oral, visual e sonora), como câmeras fotográficas, aparelhos de TV, rádios etc. Durante a Primeira Revolução Industrial, ocorrida entre os séculos XVIII e XIX, a atividade econômica tinha como principal objetivo transformar insumos em mercadorias por intermédio do uso de mão de obra humana, máquinas (à época rudimentares) e fontes de energia. Esse princípio foi responsável pelo desenvolvimento exponencial de maquinário voltado para a produção têxtil, visando a produção de fios, roupas, estampa, bem como no âmbito de outros recursos como metal, pregos, parafusos, máquinas a vapor e hidráulicas (DATHEIN, 2003). Já a segunda revolução industrial, ocorrida entre 1850 e 1945, teve forte protagonismo científico na forma de laboratórios de pesquisa, os quais realizaram grandes avanços em estudos sobre química e elétrica, organização científica do trabalho e ganhos por produtividade nos salários. Nesta época, a implementação em larga escala do aço ganhou espaço, passando a substituir o ferro na construção de embarcações, armamentos e ferrovias. Além disso, essa fase também foi marcada pela descoberta da eletricidade e do petróleo como fontes de energia (MEDHI, 2016).

Também chamada de Revolução Digital e da Informação, a terceira revolução industrial, a exemplo das fases anteriores, trouxe transformações aos sistemas econômico e social, em boa medida, graças às mudanças propiciadas pelas TICs, sobretudo pelo uso de computadores nos ambientes de trabalho. Iniciada durante meados do século XX, Medhi (2016) afirma que essa etapa se caracteriza pelo intenso processo de digitalização de diversas atividades, permitindo a transmissão de informação em tempo real.

Por fim, a quarta revolução industrial, também conhecida como ascensão da indústria 4.0, é marcada pela intensificação da digitalização nos processos de fabricação e operações similares (FIGURA 1). Multiplicam-se os recursos voltados a permitir a conexão entre pessoas, a execução de comandos de pessoas para objetos, os sistemas inteligentes e a integração das tecnologias aos ambientes de trabalho. Os outros pilares são: análise de dados, robôs

autônomos, simulação, Cibersegurança, computação em nuvem e realidade aumentada. Medhi (2016) considera que estas tecnologias serão responsáveis por constituir um grande volume e uma variedade de dados e para tanto é fundamental garantir uma interconexão segura entre bancos de dados.

Figura 1 - Os quatro estágios da revolução industrial



Fonte: Report of the industrie 4.0 Working Group, (MEDHI, 2016).

Nas âmbito do lazer, pode-se observar que as TICs também trouxeram transformações significativas. Das práticas de sociabilidade, cada vez mais mediadas por apps e redes sociais, ao modo como ocupam o tempo com atividades de entretenimento, com jogos, serviços de streaming e etc. No que diz respeito ao acesso, à conexão e ao uso das TICs, especialmente a internet, é conveniente observar os indicadores reunidos pelo Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC.br), órgão filiado ao Comitê Gestor da Internet no Brasil e responsável pela produção de estatísticas da disponibilidade e utilização da Internet no Brasil, divulgando análises e informações periódicas sobre o desenvolvimento da rede no país. Conforme relatório publicado sobre o ano de 2018, cerca de 67% dos domicílios brasileiros possuem acesso à internet. Em termos comparativos, parece oportuno observar os dados relacionados à presença de outras TICs nos domicílios no período inicial da pesquisa (2005) em contraste os índices mais recentes (CETIC, 2018), conforme demonstra o quadro a seguir:

Quadro 1 - Presença de TICs nos domicílios – período 2005/2018.

Tecnologia	2005	2018
Tv por assinatura	5%	25%
Telefone celular com acesso a internet	16%	93%
Rádio	92%	62%
Videogame	20%	15%

Fonte: CETIC (2005-2018).

À luz dessas informações, é possível perceber que houve mudança no padrão de consumo de diferentes TICs. Ainda que concentrada num percentual da população, a TV por assinatura aumentou sua presença nos lares brasileiros. O acesso à internet através de aparelhos celulares também apresentou crescimento significativo em relação aos demais meios. Trata-se de uma ocorrência que pode ser justificada pela evolução dos meios digitais, quantidade de oferta, possibilitando maior disponibilidade dos equipamentos e facilidade de acesso. No sentido oposto, o (aparelho) de rádio teve sua presença drasticamente reduzida, fato que pode estar relacionado à sua convergência com outros equipamentos, a exemplo dos telefones celulares, nos quais os programas radiofônicos cada vez mais assumem o formato de podcasts. Por último, os (aparelhos) videogame que de igual forma reduziram sua presença, provavelmente têm sua retração associada ao aquecimento do mercado de jogos para dispositivos móveis.

Outra pesquisa mais recente do CETIC.br (2019) elenca as atividades comuns realizadas pelos usuários na internet. Nela, são descritos usos como: envio e recebimento de mensagens instantâneas (92%); uso de redes sociais (76%); assistir vídeos e ouvir música (74%); chamadas por voz ou vídeo (73%); a busca por informações, produtos e serviços (59%); seguida por assuntos relacionados a saúde (47%); pesquisas escolares na rede (41%); compras *online* (39%); e trabalhar pela internet (33%). Os dados também apontam que clipes, filmes e séries são mais assistidos em *sites* e aplicativos de compartilhamento de vídeos (46%), por aplicativos de mensagens instantâneas (44%), redes sociais (38%) e serviços por assinatura (33%). Em última análise, a pesquisa mostra que não apenas as transformações relativas aos aparelhos nos lares brasileiros, mas também nos tipos de atividades realizadas por meio deles. Mais que isso, evidencia que as TICs despontam com tendências não só de entretenimento e trabalho, mas sugerem aberturas para sua incorporação no âmbito da participação social, política e cidadã – tema a ser discutido a seguir.

2.2 TDICS e novas formas de participação

Condicionado pelo *médium digital*, o espaço público do século XXI se caracteriza, então, não apenas por uma liberdade de expressão crescente, mas também por uma nova possibilidade de escolha das fontes de informação, assim como por uma nova liberdade de associação no seio das comunidades, grafos de relações pessoais ou conversas criativas que florescem na rede (LÉVY, 2017, p. 32).

Diante de um cenário repleto de transformações no âmbito profissional, do lazer e da indústria, é possível observar que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDICs vêm oportunizando novas formas de participação social. Lévy (2017) acredita que as mídias digitais ajudaram a construir um moderno ambiente de interação caracterizado por uma série de oportunidades aos usuários, como a maior autonomia na seleção de conteúdos e no estabelecimento de contatos e diálogos. Desde o início do século XXI, os meios digitais ganharam força com o surgimento de plataformas de sociabilidade, como Facebook (2004), Youtube (2005) e Twitter (2006). Aos poucos, elas começaram incorporar-se às mídias tradicionais, como jornais impressos, rádio e tv, possibilitando abertura a novas formas de produção de conteúdos e não somente o consumo. Com o surgimento do que Lévy (2017) chama de ecossistema midiático, foi atingido um novo estágio da liberdade de expressão, da prática da escuta e de livre associação. Mais precisamente, esse conjunto de possibilidades envolve a facilitação de ações de publicação de conteúdo em diferentes formatos a baixo custo, isto é, com a menor interferência de mecanismos de moderação e aprovação prévias.

Em contrapartida, com a inserção do cidadão no ambiente midiático, a liberdade de expressão alargada passou também a apresentar novos desafios. Um deles é a exigência crescente de competências específicas para seleção e verificação das fontes de informação, dada a crescente onda de conteúdos maliciosos e *fake news* que cada vez mais se dissemina no ciberespaço. Nesse sentido, Lévy (2017) também acredita que o desenvolvimento dos meios digitais traz mudanças para a esfera pública¹⁵ e para as atividades políticas. Por este motivo defende a promoção de uma alfabetização digital voltada à inteligência coletiva¹⁶, à reflexão sobre as ações em rede, visando o estabelecimento de uma interação consciente, responsável e colaborativa. Segundo ele, as participações qualificadas nos meios digitais colaboram para o amadurecimento geral da (in)formação dos usuários. Nesse sentido, chama atenção para a

¹⁵ Espaço de mediação entre Estado e sociedade, permitindo a discussão pública com liberdade de expressão (HABERMAS, 2003).

¹⁶ Termo faz referência à inteligência compartilhada que surge da colaboração de muitos indivíduos em suas diversidades.

responsabilidade cívica dos agentes produtores de conteúdo, os quais deveriam se questionar quanto aos espaços de participação que criam e a finalidade que subjaz a publicação dos conteúdos que ocupam as timelines¹⁷:

De qual interseção de conversas criativas devo participar ativamente para compreender o mundo ao meu redor? Ou melhor: Em que direção minhas escolhas de categorização de avaliação, de redifusão e registro das informações vão fazer evoluir a paisagem de sentido da esfera pública? (LÉVY, 2017, p. 33).

Ao discutir sobre os reflexos das escolhas em rede, Levy (2017) sugere que a participação social implica em uma valorização de políticas de transparência, isto é, da garantia que informações de interesse dos cidadãos circulem pela esfera pública. Uma vez *online*, esses dados podem compor repositórios extensos e facilmente acessíveis. Por sua vez, isso pode facilitar a tomada de decisões públicas em diferentes âmbitos governamentais. Sobre a atividade política e seu interesse no ciberespaço, o autor declara que os partidos mais favorecidos pelo novo ambiente são aqueles que dominam as armas comunicacionais inerentes aos meios digitais, como a transparência, inteligência coletiva e sedução multimídia.

Pensando nas tecnologias voltadas à satisfação das necessidades e à solução de problemas humanos, é conveniente destacar as tecnologias sociais (TS). Para Gomide *et al.* (2018), estas podem ser definidas como técnicas, produtos, processos, metodologias participativas e transformadoras que podem ser multiplicadas para beneficiar diferentes comunidades. Visando algum nível de transformação social, afirmam-se como soluções “de baixo custo e fácil aplicabilidade, que possibilitem a inclusão social, o cuidado com o meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida” (GOMIDE, *et al.* 2018, p. 614). Em contraste com tecnologias de comunicação (TCs) idealizadas para promover o capital e a maximização do lucro, as TS buscam promover o desenvolvimento local, contribuindo para a solução de problemas ocasionados pela exclusão social e pela violação dos direitos humanos. Ao versar sobre esta comparação da TS x TC, os autores destacam que as primeiras têm acumulado popularidade na economia capitalista e política neoliberal, em detrimento da articulação o terceiro setor, em parte, graças à ausência de políticas públicas capazes de fazer circular serviços essenciais para o povo.

Desse modo, as TS trabalham em prol da geração de benefícios às populações atendidas, uma vez que elas

¹⁷ Expressão surgiu na última década do século XXI e representa a Linha do tempo que oferece os produtos produzidos pelas contas seguidas e selecionadas pelos participantes da rede mundial de computadores.

[...] surgem como técnicas ou metodologias desenvolvidas pela comunicação efetiva da comunidade no processo de construção e/ou apropriação, estimulando a organização social e política, gerando emprego e renda e proporcionando como consequência a inclusão social (GOMIDE, *et al*, 2018, p. 614).

Cabe ressaltar que se por um lado as TS favorecem um ambiente menos associado ao capital, as TCs integram um cenário de macro transformações resultantes do processo de globalização, pelo qual a ‘sociedade da informação’ manifesta um novo padrão de economia, já não tão alicerçado na produção de bens materiais, mas em mercadorias/serviços de natureza informacional, isto é, produzidas a partir de informações como matéria prima. Com isso, as tecnologias assumem o protagonismo em um ambiente antes dominado pelo trabalho material e mecânico com suporte de ferramentas. Nesse capitalismo pós industrial, grande parte da receita movimentada pelas economias de mercado deriva da produção de informações e serviços. Sobre isso, Castells (2003, p.8) afirma que:

A influência das redes baseadas na Internet vai além do número de seus usuários: diz respeito também à qualidade do uso. Atividades econômicas, sociais, políticas, e culturais essenciais por todo o planeta estão sendo estruturadas pela Internet e entorno dela, como por outras redes de computadores.

Nesse novo mundo de comunicação ao qual Castells (2003) chama de ‘Galáxia da Internet’, houve uma ruptura no modelo social tradicional a partir da união das exigências da produção, do comércio e da comunicação. No final do século XX, surgiram consideráveis avanços no campo da computação e nas telecomunicações, alavancando condições favoráveis à constituição da sociedade em rede e de uma nova economia a ela compatível. O autor pondera que, no entanto, a ampla difusão da internet somada à intensa rapidez com a qual as informações se propagam, não favorecem uma compreensão clara de seus limites e dimensões sociais. Por outro lado, destaca a dualidade inerente à internet, traço que reúne, de um lado, a volatilidade, insegurança, a desigualdade e a exclusão social, e do outro, a criatividade, a inovação, a produtividade e a riqueza. Com isso, entendemos que há uma nova forma de trabalho em que os produtos primários são gerados em um campo abstrato, ainda que, por vezes, para dar luz a objetos concretos.

Ao se consolidar como um espaço social com a participação ativa de milhões de usuários, a internet tem sido especulada como um possível lócus de constituição da ciberdemocracia. Kerckhove (2008) afirma que na relação entre linguagem e sociedade, a internet entrega aos usuários novos mecanismos de controle e comando que, se estimulados da forma correta, podem despertar a “superpotência” do cibercidadão. A este compete atuar no mundo digital, monitorando a transparência e a lisura dos serviços e gastos públicos, visando inibir quaisquer práticas de corrupção e de uso da máquina estatal para benefício privado. O

princípio da democracia parte do acesso público e transparente à informação, aspecto que, cada vez mais, necessita de ferramentas capazes de dar visibilidade às ações governamentais. Nessa lógica, páginas de *Cyberdémocratie* dedicadas à simetria da liberdade de expressão surgem com a incumbência de garantir que o governo de fato seja público e cumpra sua obrigação de servir aos contribuintes, desburocratizando serviços administrativos e tornando-os transparentes.

A chave para o desenvolvimento dos povos é a internet. O uso racional das redes virtuais permitiria aos cidadãos do mundo não dependerem das burocracias estatais corruptas ou negligentes, com conseqüente economia de energia e de recursos financeiros, e com o benefício adicional de liberar a política do seu componente passional. O e-government, juntamente com a transformação da atividade política em administração de serviços para os cidadãos, deveria conduzir a um Estado justo, honesto e eficiente (KERCKHOVE, 2008, p. 134-135).

No que diz respeito a eficiência do Estado, vale destacar que, segundo o autor, o percentual de corrupção analisado a partir do desvio de recursos públicos em países do terceiro mundo é de 50 a 60%. Este é um fato que acentua a importância do combate às fraudes por intermédio das novas formas de participação social qualificada vinculadas à cibercidadania, visando o amadurecimento de estratégias de transparência e do acesso no âmbito local e global a ferramentas que permitam o gozo de direitos fundamentais, bem como a fiscalização de privilégios. Assim como se espera do cidadão comum – aquele que não acompanha o Estado virtualmente –, os cibercidadãos precisam mostrar interesse em modos de participação para além da escolha de seus representantes. Esta é uma maneira de combater as práticas obscuras no seio do estado, exigindo a divulgação de informações a respeito da destinação de todos os recursos e serviços.

No Estado do Pará, o acesso aberto a informações de caráter público recentemente resultou na instauração de um procedimento investigativo por parte do Ministério Público. Em abril de 2020, a imprensa apurou e noticiou a compra sem licitação de lanches em valor suspeito (GOVERNO, 2020). As informações acessadas no portal da transparência apontaram a aquisição de sucos e salgados no valor de R\$ 19,00 através do decreto de calamidade pública, no Processo Nº 237835 que não especifica os valores individuais, apenas o custo total de R\$ 69.256,00, sendo o custo de R\$ 60.040,00 por 3.160 kits de lanche e R\$ 9,216 para compra de 4.608 copos de 200ml de água mineral. Após a denúncia, a 6ª Promotoria de Justiça de Defesa do Patrimônio Público e da Moralidade Administrativa do Ministério Público anunciou abertura do procedimento de investigação para entender a referida compra de lanches sem licitação. O Governo do Estado do Pará, por meio da Secretaria Estadual de Saúde (SESPA) se posicionou e assumiu a existência de inconsistências. Nesse sentido, é permitido afirmar que o caso veio à tona graças a participação social do cibercidadão, neste caso, protagonizado pelo veículo de

imprensa que monitora o portal da transparência e põe em evidência possíveis indícios dignos de desconfiança. Sem entrar no mérito das motivações políticas ou interesses pessoais/particulares, o acompanhamento dos dados públicos é um dos compromissos dos cidadãos.

Mas, se por um lado as TICs podem fortalecer o cidadão por intermédio do acesso a bases de dados e informações abertas e regidas pela transparência, por outro deixaram de ser vistas como neutras, imparciais e “empenhadas em amenizar, ou mesmo eliminar as arestas da existência cotidiana - sempre em nome de um compartilhamento descomplicado e de uma transparência universal” (MOROZOV, 2018, p. 7). No âmbito das disputas de poder globais, as tecnologias digitais apresentam-se como um recurso estratégico em termos de impactos geopolíticos e econômicos. Morozov (2018) acredita que as transformações provocadas pela cultura digital vêm ocorrendo desde o final da Guerra Fria até o presente, atravessando eventos históricos como a crise financeira de 2008.

Na América do Sul, o Brasil foi pioneiro no investimento em protocolos de direitos digitais através do marco civil por meio da criação da Lei nº 12.965/2014, que regula o uso da Internet. O marco foi considerado uma importante mudança para segurança do usuário frente aos interesses do capitalismo tardio. As ideias de liberdade e democracia vendidas por muitas empresas de tecnologias subentende a política como um serviço oferecido em troca do acesso irrestrito aos dados pessoais gerados pelo internauta, bem como a sua posterior exploração e capitalização. Além disso, Morozov (2018, p.15) entende que muitos dos anseios utópicos ligados à cultura digital, como a aldeia global¹⁸, nunca se concretizaram.

De um ponto de vista cultural, o mais interessante não é saber se a internet promove o individualismo ou a cooperação social, o que interessa é o motivo por que temos de levantar questões tão importantes em função da internet, como se esta se tratasse de uma entidade que paira inteiramente separada do funcionamento da geopolítica e do atual capitalismo totalmente financeiro. Enquanto não conseguirmos pensar fora da internet, jamais conseguiremos fazer um balanço justo e preciso das tecnologias digitais à disposição (MOROZOV, 2018, p.22).

O termo “pensar fora da internet” é descrito como esforço de desconstruir o surrealismo propagado pela ideologia do Vale do Silício, desenvolvendo uma racionalidade sensível às influências de ordem econômica e política que motivam e orientam as grandes empresas de tecnologias. Um dos exemplos é a tendência das cidades inteligentes que, para além dos benefícios urbanísticos mais evidentes, também é um projeto que conta com o lobby de grandes

¹⁸ Conceito de Marshall McLuhan (1964), que designa a evolução do sistema midiático de maneira a reduzir as distâncias indivíduos, comunidades e país, “encolhendo” as dimensões do planeta a partir da aceleração de diferentes operações de interação e comunicação.

empresas de tecnologias interessadas em ampliar seu alcance e controle sobre os usuários. A chamada economia compartilhada¹⁹ frequentemente vende a ideia de emancipação social e prosperidade, enquanto estimula dinâmicas que supervalorizam o individualismo, impulsiona o consumismo e marginaliza vivências não centradas no capital. Em última análise, a tese de Morozov aponta que boa parcela dos discursos que abordam os impactos políticos das tecnologias digitais subscreve, seja consciente ou inconscientemente, princípios da ideologia neoliberal, os quais estão enraizados nos modelos de negócio adotados pelo Vale do Silício.

Nesse contexto, as tecnologias digitais também têm ajudado a reavivar correntes positivistas do pensamento político, ao definir a coleta e uso massivo de dados de usuários, empresas e governos como um elemento intrinsecamente positivo à cultura democrática. Enquanto delegamos cada vez mais tarefas a algoritmos, os resultados das nossas ações têm corporificado um robusto banco de dados para empresas privadas. A mesma inteligência artificial (IA) acessada e utilizada pelos cidadãos, os monitora e interfere em dimensões privadas de suas vidas, ao reunir informações baseadas nos rastros involuntários deixados na rede. É o caso de sistemas de empresas como Apple, Google, Amazon e Microsoft que, operando por meio de mecanismos de IA, traçam perfis de navegação de cada usuário baseados em suas próprias escolhas e ações prévias.

Enquanto é frequentemente valorizada por permitir uma maior personalização da experiência *online*, essa prática também apresenta efeitos colaterais no âmbito político e cognitivo. Pariser (2016) alerta quanto aos cuidados necessários com as "bolhas de filtro", as quais são reflexos da ação de algoritmos estabelecidos pela web que promovem, selecionam ou mesmo censuram informações nas *timelines* e redes sociais dos usuários. A partir de uma combinação de 57 sinais distintos, o motor de pesquisa do *Google* analisa indicadores como: computador de acesso, tipo de navegação, localização, horários e etc. Esse tipo de personalização funciona como um filtro bolha que realiza uma triagem prévia dos resultados obtidos nas buscas, levando em consideração uma representação do usuário resultante do tratamento dos dados processados por algoritmos diversos. Cada internauta recebe, de acordo com o perfil pessoal traçado em cada plataforma, um conjunto de resultados e sugestões distintas de conteúdo. Neste caso, quem decide exatamente os resultados listados não é o usuário, tampouco um administrador/moderador humano. Ao restringir a pluralidade de informações acessadas pelo usuário, a bolha dos filtros cria, nas palavras do autor, um efeito

¹⁹ Economia compartilhada está baseada em um novo modelo econômico de consumo colaborativo e atividades de compartilhamento, troca e aluguel de bens.

autodoutrinário, isto é, quando as escolhas do usuário são utilizadas como base para aprofundar o interesse por temas e questões pelas quais ele já se interessa.

A era da inteligência artificial anuncia uma série de mudanças nos sistemas políticos pré-digitais. Nesse sentido, observa-se que muitas dessas consequências são observadas pela ótica de suas potenciais contribuições à participação social e cidadã, a exemplo do que fazem Levy (2017) e Kerckhove (2008). Por outro lado, os interesses econômicos de grandes empresas do setor de tecnologias parecem fortemente direcionados a explorar o engajamento dos usuários nos espaços *online* para fins de capitalização e monetização de dados e informações pessoais.

2.3 Desenvolvimento humano e relações com tecnologias

Na sua maioria, os discursos sobre o papel da tecnologia no desenvolvimento humano são irracionais e acríticos, proporcionando associações fáceis entre o progresso humano e as ferramentas científicas e tecnológicas, que, postas de forma totalmente neutra, destinam-se a melhorar a vida dos indivíduos (PISCHETOLA, 2016, p.15).

Antes de abordar os elos entre o desenvolvimento humano (DH) e a tecnologia, é conveniente ampliar o conhecimento acerca do primeiro. Na condição de campo de estudo, o DH corresponde a um domínio interdisciplinar, sendo objeto de conhecimento em áreas diversas, como as ciências, a antropologia, a neurociência, a psicologia, a paleontologia, entre outras. Por essa razão possui diferentes definições e significados, constituindo-se como uma ideia sem uma caracterização universal.

Não obstante, é possível observar a importância do DH nos documentos oficiais e políticas de organismos transnacionais. Uma das primeiras menções ao termo surgiu em meados da década de 1980, no contexto do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), cujo objetivo é mensurar o avanço anual de diferentes nações e regiões do planeta por meio do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)²⁰ e do Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH). Para o PNUD, o DH corresponde ao método pelo qual os seres humanos têm a possibilidade de escolher tornar-se o que bem desejarem a partir do aperfeiçoamento das capacidades, e do aproveitamento de oportunidades através da liberdade que lhes permite valorizar o que os interessa. Trata-se de uma compreensão de desenvolvimento centrada nos indivíduos e que contraria a tendência economicista dos usos da ideia, a qual avalia a satisfação

²⁰ O propósito do IDH foi oferecer uma alternativa ao Produto Interno Bruto (PIB), que analisava apenas a dimensão econômica do desenvolvimento. Criado por Mahbub ul Haq com o economista indiano Amartya Sen, o IDH é uma medida do progresso a partir da renda, educação e saúde em que são considerados aspectos como democracia, participação, equidade e sustentabilidade (PNUD, 2020).

da sociedade por meio de indicadores voltados exclusivamente à renda ou ao produto interno bruto (PIB). Em outros termos, rompe com a ideia de que o sucesso financeiro é um sintoma inequívoco do DH, em detrimento de características sociais, políticas e culturais.

Publicado pela primeira vez em 1990, o relatório mundial incorporou, em 2010, novas metodologias para o cálculo do IDH, com a constituição de três pilares: 1) saúde, medida pela expectativa de vida; 2) educação, mensurada pela média de anos da educação de adultos e expectativa de idade inicial das crianças na vida escolar; e 3) renda nacional bruta. No Brasil, o primeiro RDH foi publicado em 1996 e apontou desigualdades acentuadas em diferentes regiões do país nos âmbitos da educação, da renda familiar, do emprego e do meio ambiente. Já em 2019, o relatório, denominado "Além da renda, além das médias, além do hoje: desigualdades no desenvolvimento humano no século XXI", destacou a insatisfação global que tem levado milhares de pessoas por todo o mundo a realizar protestos com diferentes alvos e finalidades, seja por razões políticas ou pelo aumento de preço de produtos essenciais. O documento apontou o crescimento de uma 'nova geração de desigualdades'. Uma delas está diretamente ligada ao acesso à internet – falta dele – de jovens universitários que, mesmo com alto nível de instrução, acabam reduzindo suas chances de ascensão social por conta da ausência de banda larga – antes, um artigo de luxo e atualmente um recurso essencial para competitividade individual, corporativa e nacional (PNUD, 2019).

As manifestações que varrem o mundo hoje indicam que, apesar do progresso sem precedentes contra a pobreza, a fome e as doenças, muitas sociedades não estão funcionando como deveriam. O fio condutor é a desigualdade. Assim como a lacuna nos padrões básicos de vida está diminuindo para milhões de pessoas, as necessidades para prosperar também evoluíram. Uma nova geração de desigualdades está se abrindo, em torno da educação e da tecnologia e das mudanças climáticas - duas mudanças sísmicas que, sem controle, podem desencadear uma "nova grande divergência" na sociedade do tipo nunca visto desde a Revolução Industrial (UNDP, 2019, tradução da autora).²¹

O referido relatório também apresentou quatro dimensões das capacidades básicas e avançadas ligadas ao DH. São elas: a) saúde – a sobrevivência nos primeiros anos de vida e longevidade; b) educação e conhecimento – a conclusão do ensino básico à formação superior; c) segurança humana – as relações entre medo, liberdade, violência e conflito; e d) acesso às novas tecnologias do nível inicial aos mais avançados. De acordo com o levantamento, há duas

²¹ The demonstrations sweeping across the world today signal that, despite unprecedented progress against poverty, hunger and disease, many societies are not working as they should. The connecting thread, is inequality. Just as the gap in basic living standards is narrowing for millions of people, the necessities to thrive have evolved. A new generation of inequalities is opening up, around education, and around technology and climate change - two seismic shifts that, unchecked, could trigger a 'new great divergence' in society of the kind not seen since the Industrial Revolution.

demandas particularmente urgentes nesse universo: a necessidade de gerenciar alternativas para mudanças climáticas e a importância dos avanços tecnológicos para minimizar as desigualdades. Nessa linha de raciocínio, o estudo aponta cinco evidências dignas de destaque: 1) persistem assimetrias entre países no tocante ao DH; 2) o surgimento de novas modalidades de desigualdades; 3) a sobreposição destas na vida dos sujeitos; 4) a mensuração e proposição de respostas às desigualdades no desenvolvimento humano demandam mudanças nas estratégias adotadas; e 5) Esse quadro necessita de ações imediatas.

No tocante aos resultados, o Brasil apresentou, entre os anos de 1990 e 2018, um crescimento de 24% no IDH o que o coloca na 79ª posição no *ranking* composto por um total de 189 países. Mesmo com esse avanço, apresenta saldo negativo em aspectos específicos como a desigualdade. Nesta, o valor do IDH teve um decréscimo de 24,5% em virtude da grande concentração de riquezas nas mãos de poucos: os 10% mais ricos acumulam 42% da renda total do país.

Ao delinear o histórico destes programas, Pischetola (2017) chama atenção para os aspectos inerentes ao uso das tecnologias de comunicação para o enfrentamento de problemas da sociedade. Para tanto, a garantia de acesso da internet ao cidadão comum é uma das ações para combater a desigualdade, possibilitar a participação democrática e fortalecer direitos fundamentais e cidadania. Ao abordar a relação entre mídia e desenvolvimento humano, Pischetola classifica os poderes atribuídos à tecnologia como promotora de iniciativas bem sucedidas no que tange ao combate às desigualdades. Para a autora, é clara a utilidade que a mídia pode ter no combate à pobreza, principalmente por meio do acesso e ampla divulgação de informações de interesse público: notícias sobre protestos e manifestações trazem à tona a necessidade de investimentos em áreas negligenciadas, promovem investigações independentes e despertam atenção popular para problemas urgentes.

Mesmo com esse potencial, as mídias ainda tem sua capacidade de mobilização cívica subutilizada, já que a maior parte da informação em circulação em rede costuma estar ligada a interesses puramente pessoais e à espetacularização. Parafraseando Castells (2009), Pischetola (2016, p. 371) aponta que essa tendência: “fomenta a também extrema personalização da política e alimenta a indústria do escândalo que expõe os indivíduos mais do que suas ideias”. Com essas observações, a pesquisadora indica que a utilização restrita das mídias é uma fragilidade frequentemente apontada pelos discursos que relacionam as tecnologias ao desenvolvimento humano.

Para melhor compreender os termos que estabelecem a exclusão de povos e grupos, é conveniente conhecer as diferentes dimensões das necessidades humanas básicas e o modo

como o acesso às mídias e tecnologias a elas se articulam. Sob o ponto de vista psicológico, Pischetola (2016) apresenta a pirâmide de Maslow – em alusão ao psicólogo Abraham Maslow –, modelo que descreve e hierarquiza, da base ao topo, as principais necessidades dos indivíduos. São elas: 1) fisiológicas (comida, água, sexo, sono); 2) segurança (física, profissional, material, moral); 3) sociais (amor, amizade, família, comunidade); 4) estima (reconhecimento, status, autoestima); e 5) realização pessoal (criatividade, talento, desenvolvimento pessoal).

No viés sociológico, a autora descreve um conjunto de necessidades sociais emergentes ligadas à comunicação e à expressão. Entre elas, figura o acesso à informação como território de comunicação interativa, propiciando lugar de criatividade e criação de conteúdos que enriquecem e dão concretude a ideias, subjetividades, identidades culturais e práticas sociais. Por intermédio da informação os indivíduos realizam escolhas e se conectam com sua realidade. Muitos desses conteúdos são produzidos colaborativamente por centenas de milhares de internautas que, em diferentes plataformas, emitem opiniões e as compartilham com dezenas, centenas ou mesmo milhares de pessoas, ajudando a constituir a chamada inteligência conectiva²² ou conectivismo²³. Ao ter esse tipo de oportunidade, o usuário também passa a modificar aspectos sociais e culturais daqueles à sua volta, circulando conhecimentos, estabelecendo redes, ativando inteligências, habilidades e competências, alterando metas, pensamentos e conceitos, ajudando a moldar a participação na esfera pública.

Na compreensão de Pischetola (2016), a tecnologia ainda não foi capaz de expressar todo o seu potencial no tocante às dimensões culturais e políticas do DH, em parte, devido à sua ênfase centrada nas lógicas de mercado e do lazer. No RDH (2019) existe um capítulo específico sobre o potencial da tecnologia para a criação de divergências e convergências. Neste, afirma-se que a IA e os processos de automatização estão substituindo ações que antes eram desempenhadas exclusivamente por humanos. Contudo, essas tecnologias estão inteiramente integradas a interesses econômicos, alterando as lógicas do mercado de trabalho e influenciando significativamente a cultura, a política e a composição dos modos de vida.

Um conjunto de algoritmos básicos de inteligência artificial, destinados a aumentar o número de cliques nas redes sociais, levaram a que milhões de pessoas perfilhassem pontos de vista extremos e obstinados [...] A tecnologia sempre progrediu, em todas as sociedades, gerando perturbações e oportunidades (desde a pólvora até à imprensa). Contudo, os avanços eram, tipicamente, isolados e não se traduziam no progresso contínuo e acelerado (PNUD, 2019, p. 199-200).

²² Ver De Kerckhove (1997)

²³ Ver Siemens (2005)

Em um nível elementar, o crescimento estimulado por descobertas científicas está atrelado à introdução de novas ideias e novidades num alto nível de criatividade e promoção da produtividade. Todavia, a maneira pela qual a tecnologia modela essa evolução e distribui o DH ao longo dos últimos anos precisa ser problematizada. Um dos questionamentos cabíveis é se a IA irá potencializar o desenvolvimento humano, uma vez que as mudanças de caráter tecnológico abarcam inúmeras decisões dos usuários, do poder público e de setores privados. Essa preocupação já chegou a regiões que investem nas TICs como estratégia para beneficiar sua população e o meio ambiente. É o caso da América do Norte e da Ásia Oriental, contextos que se destacam de outras regiões do mundo no tocante à expansão do acesso à internet banda larga e recursos de IA. Enquanto os avanços significativos ocorrem nesses lugares, em outras partes do planeta se agrava a desigualdade por conta da “transferência de rendimento para o capital, em detrimento do trabalho, bem como o aumento da concentração do mercado e do poder das empresas” (PNUD, 2019, p. 200). Nesse contexto, deduz que o trabalho humano pode tanto ser valorizado e qualificado quanto substituído pela tecnologia, sendo esta uma decisão a ser partilhada por agentes públicos e privados.

2.4 Inclusão digital

Na literatura científica, o conceito de exclusão digital esteve historicamente relacionado às disparidades econômicas e sociais em nível mundial, referindo-se às desigualdades de acesso e uso das tecnológicas digitais. Na concepção de Pischetola (2016) essa exclusão é uma consequência das diferenças existentes entre o primeiro e o terceiro mundo, sobretudo nas condições socioeconômicas que influenciam os níveis de apropriação das TICs. Um dos primeiros marcos no reconhecimento desse problema veio em 1995, num relatório sobre desigualdades de acesso às telecomunicações publicado pela Agencia Nacional de Telecomunicações dos Estados Unidos (NTIA), em que a exclusão digital foi caracterizada como um desafio a ser encarado em âmbito mundial. Além disso, em 2001, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) acrescentou ao debate a preocupação com o contraste entre pessoas de diferentes níveis sociais e regiões no tocante ao acesso à internet e outras oportunidades mediadas pelas TICs. No início dos anos 2000, o tema adquiriu relevância significativa e passou a ser alvo de discussão entre estudiosos de diferentes áreas. Enquanto um grupo defendeu a tomada de ações efetivas baseadas no entendimento de que o problema se reduz à presença/ausência de aparelhos, outro reivindicou a complexidade do tema e questionou a eficácia das referidas ações.

Para Pischetola (2016), uma das principais perspectivas da atualidade sobre a exclusão digital parte da ideia de que esta problemática é uma questão social mais do que técnica. À exclusão normalmente estão associados os fatores econômicos que estimulam a divisão da população entre ricos e pobres, de modo que, mesmo representando uma variável fundamental, tende a dar margem a simplificações. Para ela, é preciso examinar também outros elementos implicados nos padrões de acesso de diferentes grupos, entre os quais destacam-se os chamados ‘intermitentes’: “Também conhecidos por *drop-outs*, que desaparecem por longos períodos, que de improviso deixam de acessar a rede, que se evadem, ou seja, que simplesmente se recusam a utilizá-la, independente da capacidade de acessá-la” (PISCHETOLA, 2016, p. 24). A maneira como intermitentes usam a internet pode mudar o rumo das pesquisas sobre a exclusão digital, implicando em resultados distintos dos esperados em lógicas dicotômicas rígidas – como aquelas que se sustentam no binômio pobres-ricos –, por reconhecer a existência de nuances entre grupos potencialmente ativos e grupos potencialmente isolados.

A partir dessa compreensão, a autora concluiu que a inclusão social é um processo multifacetado, que envolve diferentes frentes, ações e competências:

Elementos essenciais para a inclusão digital parecem ser o acesso significativo à informação; a liberdade de desenvolver capacidades críticas para a seleção dos recursos postos à disposição pela tecnologia e, o acesso à rede social, e portanto, ao intercâmbio de opiniões e informações que podem levar os sujeitos a participarem da vida política, aprofundar temas de interesse e conhecer e interpretar os eventos mundiais (PISCHETOLA, 2016, p. 26).

O termo inclusão digital também abrange a constituição de espaços democráticos onde pessoas de diferentes classes sociais, condições financeiras e regiões podem acessar, de maneira assídua, não só dispositivos e aparelhos conectados à internet, mas também os conhecimentos e habilidades para manuseá-los de modo autônomo, produzir opiniões, formular questões pessoais e manifestar posicionamentos sobre questões de interesse público. Fernandes e Braga (2018) esclarecem que a exclusão envolve tanto a dificuldade cognitiva de decifrar os códigos e recursos, quanto a impossibilidade de acessar os suportes físicos necessários para manter-se conectado à rede. Esses obstáculos impelem os usuários para um mundo à margem da digitalização, privando-os de ferramentas para o exercício da cidadania e outras formas de participação social e política.

Em outras palavras, a inclusão digital é uma perspectiva que envolve tanto questões de ordem técnica e sociopolítica, quanto pedagógicas. Nesse sentido, também assume a função de pilar e indicador essencial para ações voltadas ao desenvolvimento humano.

A inclusão digital há que ser aliada a uma proposta de inclusão social que cria condições não apenas para as pessoas terem acesso à informação, mas também para utilizarem as TICs como recurso para fortalecimento da produção cultural e científica de forma a possibilitar esse diálogo entre o local e o universal ganhe uma dimensão igualitária e ampla (FERNANDES; BRAGA, 2018, p.335).

Vale ressaltar que, os termos inclusão e exclusão digital estão inseridos nos campos das ciências humanas e sociais desde a década de 1990. Ascenderam durante a popularização dos debates sobre a sociedade da informação, enquanto um momento de grandes transformações econômicas, políticas e culturais. Nesse cenário, as tecnologias começaram a alterar o mundo do trabalho, os processos de gestão e administração pública e também os processos de formação das identidades individuais e coletivas. O impacto dessas mudanças provocou grandes discussões, inclusive em grandes fóruns de caráter mundial, como a Organização das Nações Unidas (ONU), que juntou lideranças de todo o planeta para pensar e planejar ações capazes de lidar com as constantes revoluções no campo da tecnologia. Reunidos em Genebra no ano de 2003 e Túnis em 2005, os governantes participaram da Cúpula Mundial da Sociedade da Informação e propuseram onze princípios para orientar o planeta diante do novo cenário. Entretanto, essa iniciativa sofreu fortes críticas por não incorporar na pauta de discussão a problemática da exclusão digital. Como resposta, propôs uma forma de enfrentamento do problema por meio da aprovação de uma cota de recursos destinados à redução desse tipo de carência (FERNANDES; BRAGA, 2018, p.335).

Como consequência, desde então se desenvolveu um novo vocabulário dedicado às discussões do tema. Entre os termos mais relevantes, está a Inclusão Tecnológica (IT); ideia que surgiu na década de 70 e deriva de reflexões profundas acerca da preocupação com a pobreza, fato que a fez ganhar força no contexto brasileiro, começando a, inclusive, compor e orientar agendas de estado, do terceiro setor e de entidades diversas. Carvalho e Ferreira (2018) salientam que à IT são atribuídos três significados principais: 1) políticas, ações e discursos sobre o acesso a TICs; 2) sinônimo de inclusão digital; e 3) processo de apropriação e integração de artefatos tecnológicos por parte indivíduos e grupos diversos. A IT também pode ser compreendida como o processo pelo qual são ampliadas as formas de acesso ao conhecimento por intermédio da apropriação de TDICs de qualquer natureza, incluindo as linguagens verbal e escrita, gestos e sinais utilizados pela humanidade para expressar ideias, desejos e sentimentos. As autoras observam ainda que essa ideia também é uma estratégia fecunda para reforçar a luta em prol da igualdade social:

Assim, na relação Inclusão Tecnológica/Inclusão Social há tanto a apologia da inclusão tecnológica como fundamental para a inclusão na atual sociedade do conhecimento, quanto a denúncia de que a suposta inserção igualitária no mundo por

meio do acesso democrático a informação integra o discurso da ideologia da globalização (CARVALHO; FERREIRA, 2018, p. 338).

A exclusão também é um fenômeno intimamente ligado a questões de ordem regional. No contexto amazônico – termo que abrange a floresta amazônica, Bacia do Rio Amazonas, Amazônia continental, Amazônia legal e o bioma da Amazônia – existem particularidades que indicam limitações que interferem consideravelmente no processo de inserção e apropriação das tecnologias, uma vez que muitas comunidades isoladas vivem à margem da cultura digital. Na tentativa de dirimir essa deficiência, posicionando o Brasil entre os países mais desenvolvidos em Ciência, Tecnologia e Inovação, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) criou uma estratégia para o quadriênio (2016-2019) que objetivou aprimorar as condições institucionais de elevação da produtividade a partir da inovação, reduzindo assimetrias regionais na produção e no acesso à tecnologia, além de desenvolver soluções inovadoras para a inclusão produtiva e social.

O Departamento de Inclusão Digital vinculado ao MCTI tem o objetivo prioritário de atender locais sem acesso à rede, onde não existe a possibilidade de atendimento ou conectividade. Para tanto, foram instalados pontos de acesso à internet e distribuídos telecentros²⁴ em diferentes áreas através do Governo Eletrônico Serviço de Atendimento ao Cidadão (GESAC). Em Santarém, existe um total de 66 unidades²⁵, sendo 39 (64,18%) pontos de acesso em escolas, duas (4,48%) em postos de área militar e 25 (31,34%) telecentros. No município, os pontos identificados estão concentrados nas áreas rurais e ribeirinhas, situando-se nas seguintes comunidades: Urucureá, Vila de Boim, Prainha, Cachoeira do Aruã, São Pedro, Nuquini, Quilombo De Murumuru, Comunidade Curuai, Prainha, Maró, Carão, Alto Mentae, Vila Franca, Anumã, Parauá, São Miguel, Anã, Solimões, Vila Do Amorim, Surucuá, Muratuba, São Braz, Tabocal, Mentae Rio Arapiuns, Caixa Postal, Parauá, Vila de Amorim, Paissandu, Comunidade Igarape-Acu, Vila Curuai - Lago Grande, Vila Gorete, Santana Do Ituqui, Vila Curuai, Rua Tabatinga, São Francisco do Carapanari, Boa Esperanca, Vila Arapixuna, Costa Do Tapara, Vila Socorro, Piraquara, Ajamuri, Guaraná, Quilombo Tinguu, Quilombo Bom Jardim, Cabeceira Do Inanu e Comunidade De Aracuri. Dos todos os 66 pontos, cinco são sistemas de telecentros.

²⁴ Telecentro é um espaço de acesso público gratuito que dispõe de computadores conectados à internet e implantados em localidades com contexto, história, característica e dinâmica própria, e que promove o acesso às recentes tecnologias que moldam o atual mundo globalizado. São instrumentos importantes de inserção socioeconômico-cultural dos cidadãos às tecnologias (SANTOS, 2017, p. 147).

²⁵ Situação do funcionamento dos telecentros na p.140.

Se, por um lado, existem propostas de inclusão para as comunidades distantes dos centros urbanos no mundo digital, por outro a maior parte dos programas ainda esbarra na falta de continuidade, além da ausência de recursos e manutenção dos equipamentos.

Sem o devido cuidado, este projeto tão importante para dirimir a exclusão digital será aos poucos sucateado, pela falta de manutenção, profissionais capacitados e até mesmo pela falta de uso dos equipamentos. A gestão local e regional dos telecentros comunitários deve ser assumida tanto pela SEMED e MCTI quanto pela comunidade através da gestão participativa (SILVA, 2017, p. 155).

Pensando a Amazônia como espaço de saberes tradicionais e engajamento ambiental, a tecnologia pode representar recurso adicional no combate aos problemas regionais, como a pesca predatória, a extração ilegal de madeira, juntamente com a escassez de espaços de participação e visibilidade para as comunidades tradicionais e ribeirinhas. Porém, como já foi discutido anteriormente, a dificuldade de acesso à internet e a outros recursos comunicacionais restringe o potencial sociocultural e cívico da rede para os moradores dessas áreas. Com isso, considera-se que a inclusão digital é um importante vetor para a inclusão social reforçando o papel das TDICs na promoção do desenvolvimento humano, o qual envolve a atuação em diferentes âmbitos da atividade humana, como o meio ambiente.

3. MEIO AMBIENTE, EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS

Após a apresentação dos princípios que norteiam as tecnologias, o desenvolvimento humano e a inclusão sociodigital, esta seção pretende prosseguir com a compreensão acerca do meio ambiente, da sustentabilidade, da educação ambiental e das tecnologias. Para isso, organiza-se com o seguinte roteiro de reflexão: contextualização das tecnologias numa perspectiva ampliada de desenvolvimento capaz de abarcar diferentes dimensões da existência, como o meio ambiente; (breve) história do conceito de sustentabilidade; considerações gerais sobre educação ambiental e sua relevância social; estado da arte sobre tecnologias, meio ambiente e educação.

3.1 O meio ambiente como componente do desenvolvimento humano

Vimos que o DH engloba o conjunto de aspectos que permite ao ser humano, ao longo da vida, evoluir e se aperfeiçoar, descobrindo seus potenciais subjetivos e atentando para maneiras de viver melhor. Neste aspecto, estão inclusas não apenas as questões que dizem respeito à individualidade dos sujeitos, mas também a aspectos ambientais, incluindo ações que visam a preservação do planeta e a sustentabilidade. O acesso às novas tecnologias é, de acordo o RDH (PNUD, 2019), uma das quatro dimensões das capacidades básicas e avançadas que podem auxiliar na formulação e no gerenciamento de alternativas frente às mudanças climáticas. A pauta do meio ambiente está em evidencia exatamente porque o uso e a exploração desmedidos dos recursos naturais/ambientais pelo ser humano têm se refletido na extinção de espécies florestais e animais. Sem refletir sobre seus próprios atos e suas consequências, o ser humano segue promovendo a degradação e impactando o futuro das novas gerações.

Enfrentamos uma época de acontecimentos estranhos e fatos inusitados que se manifestam em relação ao meio ambiente, sejam eles de ordem climática ou ao aparecimento de grandes problemas nas áreas produtivas de alimento do planeta. Tais problemas se devem a danosa influência do modo de vida que a humanidade escolheu para seguir, este que promove uma grande utilização exacerbada dos recursos naturais que nosso mundo tem a oferecer e, por isso mesmo, esse mesmo planeta que nos mantêm, tende a querer que a nossa presença não seja mais parte integrante dele, como se fôssemos um corpo estranho. Pois deixamos o planeta Terra, o nosso planeta, fraco e doente e, através de práticas prejudiciais, provocamos a ira da ‘mãe natureza’ e encontramos a encruzilhada de nossas existências (ROOS; BECKER, 2012, p.858).

Nos últimos doze anos do século XXI, os índices de desmatamento na Amazônia vêm aumentando de forma acelerada. Conforme estimativa do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2019), foram 9.762 km² desmatados no período de agosto de 2018 a julho de 2019, representando um aumento de 29,54% em relação à taxa de desmatamento apurada em

2018, que foi de 7.536 km². Em novembro de 2021, o instituto divulgou que a taxa de desmatamento na Amazônia Legal Brasileira ficou em 13.235 quilômetros quadrados (km²) no período de 01 agosto de 2020 a 31 julho de 2021 (INPE, 2021). À medida que essas taxas crescem, o número de catástrofes associadas ao desequilíbrio do planeta também aumenta, acentuando a necessidade de medidas urgentes para controlar as ações ambientais danosas ao meio ambiente.

No viés do desenvolvimento humano, os crimes cometidos contra o meio ambiente são reflexo de um deslocamento do ser humano de sua responsabilidade com o planeta (PISCHETOLA, 2016). Longe de ser um tema esgotado, o futuro do meio ambiente está entre as principais preocupações globais. Um estudo desenvolvido com intuito de analisar as megatendências mundiais até 2030 apresentou cinco dimensões que impactarão o futuro de forma decisiva, entre as quais encontra-se o meio ambiente e a ciência/tecnologia. Okado e Quinelli (2016) consideram que na primeira área destacam-se três megatendências mundiais: o desenvolvimento sustentável, a ampliação da discussão sobre os recursos hídricos e a maior ocorrência de eventos sobre as mudanças climáticas. Na visão dos autores, “o comportamento agressivo ao meio ambiente de cidadãos e governos ao redor do mundo levou à degradação ambiental constante e à escassez de recursos naturais” (OKADO; QUINELLI, 2016, p. 117).

O relatório DH do PNUD (2019) afirma que problemas ambientais como as alterações climáticas estão intimamente ligados ao quadro de desigualdade no âmbito do desenvolvimento humano:

A desigualdade pode influenciar o poder relativo dos interesses que defendem e dos que se opõem à diminuição das emissões. Estima-se que estas sejam superiores quando o rendimento se encontra concentrado no topo e a consequente concentração do poder econômico coincide com os interesses de grupos opostos à adoção de medidas climáticas. De um modo mais geral, uma maior desigualdade tende a dificultar a ação coletiva, fundamental, quer no interior dos países quer entre os mesmos, para a contenção das alterações climáticas (PNUD, 2019, p. 164).

Nessa lógica, a informação é considerada essencial para o desenvolvimento de ações coletivas e medidas urgentes de combate às alterações climáticas. O relatório aponta que este enfrentamento deve ser feito ao mesmo tempo em que se combate à desigualdade por parte das lideranças de países que buscam alavancar seus índices de DH. Um dos exemplos de ação no âmbito do meio ambiente é a emissão em larga escala do dióxido de carbono (CO₂)²⁶,

²⁶ “O dióxido de carbono não é o gás antropogénico com efeito de estufa mais potente, embora seja o mais disseminado, devido, em esmagadora medida, à utilização de combustíveis fósseis (por cento das emissões totais de dióxido de carbono no período de 2008–2017) para a geração de eletricidade, o transporte e outros fins. A sua disseminação deve-se a quão enraizadas estão as emissões de carbono nos atuais padrões de produção e consumo

responsável por grande parte da poluição mundial do ar, juntamente com outros danos ambientais, como o desequilíbrio da temperatura no planeta e o derretimento das calotas polares. Apesar de seu impacto e potenciais riscos, essas questões ainda não têm a prioridade merecida no âmbito das organizações mundiais que executam políticas climáticas.

Em linhas gerais, a problemática do meio ambiente enseja articulações com a tecnologia enquanto aliada que pode minimizar os impactos negativos da ação humana, impulsionando índices de desenvolvimento humano – seja pela incorporação de novas tecnologias para beneficiar os moradores de comunidades isoladas com acesso à água e saneamento, seja pela geração de energia renovável, como o uso do sol com placas fotovoltaicas. Na concepção dos principais relatórios abordados aqui, o modo como a sociedade usa a tecnologia em prol do “desenvolvimento humano sustentável e inclusivo” (PNUD, 2020, p. 192) poderá impactar positivamente no planeta e, por consequência, na vida das pessoas, desde que seja utilizada de maneira a incentivar o desenvolvimento sustentável – tema abordado a seguir.

3.2 Meio ambiente e sustentabilidade

A Sustentabilidade pode ser meta civilizatória, motivação para organizações da sociedade civil, desafio tecnológico para a indústria, disputa política em órgãos da ONU, alvo de marketing para o consumo e para a imagem de praticamente todas as corporações contemporâneas, sejam elas governamentais ou privadas. É essa polivalência do termo que nos atordoa e nos instiga (DI FELICE, 2012, p. 104).

O debate sobre a sustentabilidade tem adquirido crescente relevância e complexidade. Di Felice (2012) alerta que esta ideia possui muitos significados, embora frequentemente parta de uma premissa essencial: os elevados impactos ambientais gerados pela ação humana sobre a natureza podem resultar na degradação do planeta, tornando-o inabitável para as futuras gerações.

Do ponto de vista conceitual, a sustentabilidade tem uma história mais antiga do que dão a entender os debates atuais sobre o tema. De acordo com Di Felice (2012), essa ideia surge na Europa do século XVIII, nos escritos de Hanns Carl von Carlowitz sobre manejo das florestas e que resultaram da união de diferentes ciências, como a ecologia, a economia e as engenharias (DI FELICE, 2012). Mais precisamente, em áreas como a engenharia florestal, agrônômica e da pesca, ela corresponde ao conjunto de valências ambientais ligadas à

e, em regra geral, às tentativas, por parte dos poderosos interesses ligados aos combustíveis fósseis, de manter essa situação” (PNUD, 2019, p. 173).

estabilidade e resiliência de um ecossistema sistematicamente explorado por humanos. Para este grupo, a sustentabilidade é um fator passível de quantificação, e expresso pela capacidade de resistência à exploração decorrente de atividades econômicas, como o cultivo madeireiro, não madeireiro, de peixes, grãos e pecuária.

Por outro lado, o termo “sustentabilidade” apenas surgiu, oficialmente, em 1987 no Relatório Brundtland²⁷, quando começa um investimento no sentido de legitimá-lo frente à imprensa e instituições mundiais. Com a criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, no ano de 1983, o desenvolvimento sustentável se afastou de seu foco estritamente econômico. Desde então, a sustentabilidade tem sido associada à consciência humana em relação à finitude dos recursos naturais, juntamente com a necessidade de preservá-los, tendo em vista garantir as condições de vida no planeta para as próximas gerações.

Aliás, é muito popular a associação da sustentabilidade à preocupação com o futuro, com o nascimento de uma chamada “sociedade ecologicamente responsável” e com os riscos do esgotamento dos recursos necessários à vida humana.

A principal característica do termo sustentabilidade é exatamente essa plasticidade de significação que possui. Apesar de cunhado originalmente a partir de um referencial técnico da área da engenharia florestal no séc XVII sua significação dá-se na contemporaneidade pela forma como extrapola, amplia, mescla-se, provoca anastomoses na língua, nos discursos, nas narrativas, nas ações, abusando de derivações por metonímias, analogias ou metáforas - mesmo advindas de campos do saber tão distantes das ciências sociais (DI FELICE, 2012, p.128).

O desenvolvimento sustentável é uma derivação do conceito ecodesenvolvimento, surgido na década de 70, criado por Maurice Strong, mas disseminado pelo economista Ignacy Sachs, que acrescentou às preocupações com a natureza, questões de cunho social, econômico, éticas, culturais e de gestão participativa. Embora os dois vocábulos abordem assuntos

²⁷ “Também denominado Nosso Futuro Comum, o relatório ficou conhecido como inovador por apresentar o conceito de desenvolvimento sustentável na esfera pública. Foi nomeado Brundtland pelas contribuições da médica norueguesa Gro Harlem Brundtland que presidiu em 1983 a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. O documento apresenta as seguintes denominações para o termo: “O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades [...] Um mundo onde a pobreza e a desigualdade são endêmicas estará sempre propenso à crises ecológicas, entre outras...O desenvolvimento sustentável requer que as sociedades atendam às necessidades humanas tanto pelo aumento do potencial produtivo como pela garantia de oportunidades iguais para todos [...] Muitos de nós vivemos além dos recursos ecológicos, por exemplo, em nossos padrões de consumo de energia... No mínimo, o desenvolvimento sustentável não deve pôr em risco os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra: a atmosfera, as águas, os solos e os seres vivos [...] Na sua essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas” (ONU, 2020).

semelhantes, Jacobi (1999) pondera que estes se diferenciam pelo fato de o desenvolvimento sustentável possuir uma dimensão global em que são questionados não só problemas ambientais, mas também as respostas e soluções que são formuladas pela sociedade. Na explicação do autor, o desenvolvimento sustentável surge para enfrentar a crise ecológica, e que “num sentido abrangente, [...] leva à redefinição das relações sociedade humana/natureza e, por tanto, a uma mudança substancial do próprio processo civilizatório” (JACOBI, 1999, p. 178). Ele considera que, para além da preocupação com as condições necessárias para o desenvolvimento (econômico), essa perspectiva envolve o enfrentamento de questões como a carência social das populações.

Isso implica principalmente a necessidade de estimular uma participação²⁸ mais ativa da sociedade no debate dos seus destinos, como uma forma de estabelecer um conjunto socialmente identificado de problemas, objetivos e soluções. O caminho a ser desenhado passa necessariamente por uma mudança no acesso à informação e por transformações institucionais que garantam acessibilidade e transparência na gestão. Existe um desafio essencial a ser enfrentado e este está centrado na possibilidade de que os sistemas de informações e as instituições sociais se tornem facilitadores de um processo que reforce os argumentos para a construção de uma sociedade sustentável, a partir de premissas centradas no exercício de uma cidadania ativa e na mudança de valores individuais e coletivos (JACOBI, 1999, p. 179).

Para que isso ocorra são necessárias circunstâncias e condições favoráveis, como a ampla disponibilidade de dados, indicadores e transparência em relação aos procedimentos capazes de auxiliar a construção de novos estilos de vida, pautados numa ética ambiental que questione o modelo de desenvolvimento baseado na prática predatória e reforçado pelas desigualdades socioambientais.

O direito humano a um meio ambiente equilibrado e sadio está associado a vários desafios da vida moderna. Um deles é a necessidade urgente de repensar o modelo econômico que permite a concentração de riqueza nas mãos de poucos e que supervaloriza o capital fruto da exploração inconsequente da natureza. Sobre isso, Hammarström *et al* (2012) defendem que a sustentabilidade propõe a exploração prudente dos recursos naturais, pensando no crescimento econômico como um esforço inseparável da redução das desigualdades e da preservação do planeta.

O desenvolvimento sustentável depende de uma transformação nas concepções dos indivíduos dos conceitos de prioridades, sendo necessária uma redefinição das relações dos homens com o meio ambiente, ocorrendo obrigatoriamente uma mudança drástica no processo de desenvolvimento econômico e social; pois a sociedade do

²⁸ A principal característica da participação é a prática da liberdade responsável, onde o indivíduo acrescenta e se aperfeiçoa. “Participar é compartilhar poder, respeitar o outro, assegurar igualdade na decisão, propiciar acesso justo aos bens socialmente produzidos, de modo a garantir a todos a possibilidade de fazer a sua história no planeta” (LOUREIRO, 2004, p. 18).

presente tem como características marcantes o capitalismo, o consumismo e o individualismo, associados a uma busca desenfreada pela satisfação dos desejos individuais vem sugando do meio ambiente tudo aquilo que possa servir de instrumentos para que seus objetivos sejam satisfeitos, sem uma preocupação com as consequências que isso pode gerar consequências essas que já começaram a marcar a nosso presente (HAMMARSTRÖN *et al*, 2012, p. 831).

Essa perspectiva aponta para a obrigatoriedade de um pacto entre a sociedade, governantes e o meio ambiente, para que a supervalorização de uma cultura consumista e capitalista sejam reavaliados pelo bem e pelo futuro das gerações porvir. Supõe-se que um dos elementos essenciais a essa meta é a formação de um pensamento ambiental alinhado a valores como “a diversidade, a complexidade, a interdependência, a sinergia, o equilíbrio, a equidade, a solidariedade, a sustentabilidade e a democracia” (HAMMARSTRÖN *et al*, 2012, p. 832). Visto isso, os autores condicionam a construção de uma consciência ecológica sensível e engajada ao planejamento e à promoção dos saberes capazes de garantir uma visão ampliada à população, para que assim seja estimulada a desenvolver uma razão ambiental dotada de impacto teórico e prático nas vidas de todos.

3.3 Educação ambiental

No Brasil, as primeiras ações oficiais ligadas à educação ambiental ocorreram em 1973, a partir da criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), vinculada ao Ministério do Interior (PRONEA, 2005). Dentre as suas atribuições, constava a educação do povo brasileiro para o uso adequado dos recursos naturais e para a conservação do meio ambiente. Nesse sentido, o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA, 2005) reconhece que a criação da SEMA ocorreu muito tempo após movimentos sociais, ativistas e pesquisadores manifestarem o desejo de destacar a educação ambiental como ferramenta de conservação do meio ambiente. Na época, a extinta SEMA realizou projetos pontuais de Educação Ambiental voltados à introdução desse conteúdo no currículo das instituições de ensino da região norte do país. A Secretaria também promoveu cursos de especialização e seminários sobre o assunto.

Em 1988, a Constituição Federal estabeleceu, no inciso VI do artigo 225, a necessidade de “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”. Em 1992, foi fundado o Ministério do Meio Ambiente (MMA), e com ele os Núcleos de Educação Ambiental instituídos pelo IBAMA para operacionalizar as ações educativas para gestão ambiental nos estados. Neste ano também foi aprovado o marco do Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global no Fórum Global reservado à questão. Este documento representa uma referência importante pelo fato de reconhecer a educação ambiental como um processo

dinâmico em permanente construção e orientado por valores baseados na transformação social (PRONEA, 2005).

Lançado pelo Ministério do Meio Ambiente em parceria com o Ministério da Educação em 1994, o PRONEA se propôs a integrar as dimensões da sustentabilidade ambiental, social, ética, cultural, econômica, espacial e política, sob o argumento de propiciar uma melhor qualidade de vida à população brasileira, através do envolvimento e participação social na proteção e conservação ambiental. Para atingir este objetivo, foram firmados princípios como: sustentabilidade socioambiental, democracia e participação social. Inicialmente, o programa previu três componentes básicos: 1) a capacitação de gestores e educadores; 2) o desenvolvimento de ações educativas; e 3) o desenvolvimento de instrumentos e metodologias, contemplando sete linhas de ação: a) educação ambiental por meio do ensino formal; b) educação no processo de gestão ambiental; c) campanhas de educação ambiental para usuários de recursos naturais; d) Cooperação com meios de comunicação e comunicadores sociais; e) articulação e integração comunitária; f) Articulação intra e interinstitucional e g) rede de centros especializados em educação ambiental em todos os estados.

Uma consulta pública realizada entre setembro e outubro de 2004, com participação de aproximadamente 800 educadores ambientais de todos os estados brasileiros, resultou na formulação e aprovação de uma nova versão do PRONEA. Esta proposta acirrou debates sobre a implementação de políticas públicas na esfera ambiental sob a justificativa da necessidade urgente de uma educação ambiental eficiente. Na época, foi destacado o fato de que todos os ecossistemas estão ameaçados em razão do crescimento desordenado, da poluição atmosférica, da contaminação dos rios e lagos, da degradação do solo e da presença de aterros não regulamentados. Somado a isso, associa-se o alto grau de pobreza e exclusão social que estimula pessoas a se instalarem em zonas de risco, às margens de encostas e rios. Segundo o programa, todos esses problemas podem ser atenuados ou mesmo resolvidos a partir da promoção da mudança social operada mediante diferentes frentes. Entre as principais, a educação assume uma posição de destaque na construção dos alicerces de uma sociedade sustentável, facilitando os “processos de mudanças culturais em direção à instauração de uma ética ecológica e de mudanças sociais em direção ao empoderamento dos indivíduos, grupos e sociedades que se encontram em condições de vulnerabilidade” (PRONEA, 2004, p. 18).

Em Santarém, lócus desta pesquisa, as primeiras iniciativas institucionais de educação ambiental surgiram na década de 1990, com o Projeto Várzea do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM, 2006), que deflagrou uma série de atividades de cunho socioambiental para as comunidades e ONGs na região. A princípio as ações foram pautadas

na defesa dos lagos, priorizando a conservação das espécies aquáticas. Segundo Gama (2016), os conflitos envolvendo a pesca se intensificaram expressivamente neste período em decorrência da invasão de grandes barcos de pesca comercial nas regiões de lagos. Os ribeirinhos também estavam sofrendo com o aumento da produção de gado e diminuição da produção agrícola. A partir desse conjunto de fatores, os moradores começaram a protestar contra as ações externas na comunidade, o que abriu portas para o debate sobre um novo modelo para o desenvolvimento sustentável.

Ao se tornar uma estratégia regional significativa para o gerenciamento destes recursos, os esforços dos pescadores e comunidades ribeirinhas precisavam de apoio técnico e organizacional. Desta forma o Projeto Várzea inicia suas atividades de pesquisa com o objetivo de identificar estas necessidades por meio de um programa que desenvolvesse a capacidade técnica e organizacional das comunidades e da Colônia de Pescadores Z-20. Assim, o projeto iniciou na região de Ituqui, uma ilha com aproximadamente 30.000 hectares, três horas a jusante de Santarém e com uma população estimada de 300 famílias, distribuídas em 9 comunidades (GAMA, 2016, p. 129).

Iniciado em 1994, o referido Programa buscou fornecer informações de caráter científico de maneira acessível aos moradores da várzea, além de coletar dados para pesquisas envolvendo conhecimentos tradicionais. Ao mesmo tempo, consolidou alternativas viáveis para que os comunitários definissem seus acordos de pesca pautados num reconhecimento da comunidade e do governo. Até o ano de 2006, o projeto criou sete Conselhos Regionais de Pesca abrangendo 150 comunidades e mais de 35 mil pessoas. No âmbito da educação formal²⁹, o programa inseriu a educação ambiental no currículo do ensino fundamental das instituições de ensino da várzea, com a produção de cartilhas educativas e realização de capacitações para professores.

Esta breve historicização evidencia a necessidade da formação de sujeitos atentos à urgência do desenvolvimento de práticas e ações alinhadas à defesa do ecossistema. Nesse sentido, Gama (2016, p.65) esclarece que:

Um dos maiores desafios da Educação Ambiental é aliar a educação dos afetos, que forma pessoas amorosas e sensíveis à natureza, a uma educação para a cidadania, que forma sujeitos atentos aos problemas socioambientais e capazes de interferir nas decisões da sociedade. O ideal da Educação Ambiental seria formar cidadãos amorosamente engajados na transformação das relações da sociedade com a natureza.

²⁹ “A dimensão ambiental da educação formal é apresentada como um corpo sólido de objetivos e princípios, com conteúdos e metodologias próprias a serem incluídos através do conceito de transversalidade nos currículos educativos e tem sido frequentemente reduzida ao tratamento de alguns temas e princípios ecológicos nas diversas disciplinas que formam os currículos, ou na geração de ofertas educativas específicas relacionadas com o tema. Estas abordagens desorientam a prática pedagógica e reduzem a educação ambiental a uma inserção através dos temas transversais e dos projetos interdisciplinares” (JACOBI, 2004, p. 32).

Posto o apreço à natureza, é importante considerar que a educação ambiental verdadeiramente emancipatória e transformadora não se submete a conceitos tecnicistas de transmissão do conhecimento. No contexto da educação básica, esse conteúdo costuma ser trabalhado de maneira transversal, perpassando disciplinas de ciências, biologia, sem ocupar um espaço próprio e marcado, figurando em alguns episódios esporádicos de comentários nas referidas disciplinas – estabelecer a EA como componente fixo nas ementas de séries iniciais poderia representar a consolidação de estratégias pró-defesa do meio ambiente. Entretanto, a inexistência do planejamento integrado entre gestores governamentais induz à fragmentação da educação ambiental, reduzindo a potência das discussões incitadas por ela. Paralelamente, a educação ambiental também se populariza de maneira informal, sendo transmitida de geração a geração em diversas comunidades tradicionais e ribeirinhas.

Outro marco relevante nesse âmbito foi a Política Nacional de Educação Ambiental, mais precisamente a Lei nº 9795/1999, Art 1º, define essa modalidade educativa como os:

[...] 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 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1999, s/p).

A consolidação das políticas públicas se inicia com a clareza no estabelecimento das metas. Seguindo essa premissa, a educação ambiental deve apresentar possibilidades para que os sujeitos criem formas próprias de contribuir com a conservação/preservação do meio ambiente, disseminando o conhecimento entre os pares. Jacobi (2004) afirma que quando essa proposta prima pela abertura do conhecimento e proporciona acesso a formas complexas de pensamento, não restringindo-se apenas ao futuro incerto do ecossistema, ela possibilita a construção de uma gama de novas possibilidades de ação. Para tanto, a educação ambiental deve estar diretamente relacionada aos modos de pensar e agir dos professores que conduzirão os processos pedagógicos, o que exige uma ruptura drástica com as concepções de desenvolvimento centradas unicamente na esfera econômica.

Nesse sentido cabe destacar que a educação ambiental assume cada vez mais uma função transformadora, onde a co-responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover um novo tipo de desenvolvimento – o desenvolvimento sustentável. O educador tem a função de mediador na construção de referenciais ambientais e deve saber usá-los como instrumentos para o desenvolvimento de uma prática social centrada no conceito da natureza (JACOBI, 2004, p. 30).

Loureiro (2004) defende uma abordagem ambientalista, pedagógica e emancipatória, além de inclinada à promoção da cidadania, visando mudanças nas condições de vida e a

ressignificação da inserção humana em seu ambiente. Em termos da educação ambiental afirma que os cidadãos, quer sejam os professores, quer sejam os alunos, amadurecem quando não encaram os demais seres vivos e naturais como produtos, nem os coisificam. Nesse campo, essa proposta permite o estabelecimento de “uma prática pedagógica contextualizada e crítica, que explicita os problemas estruturais de nossa sociedade, as causas do baixo padrão qualitativo da vida” (LOUREIRO, 2004, p. 16). Por esse motivo, a educação ambiental tem sido encarada como uma possibilidade de diminuir o abismo das desigualdades provocadas pelo capitalismo, ampliando e fortalecendo as bases para uma sociedade genuinamente democrática.

3.4 Tecnologias, meio ambiente e educação: um breve estado da arte

Nesta subseção serão apresentados os resultados de uma revisão de literatura que visou oferecer um breve panorama geral envolvendo as pesquisas acerca das interfaces entre tecnologias e meio ambiente no campo da educação. Para isso foram definidas as seguintes fontes: 1) Scielo³⁰; 2) Banco de teses e dissertações da CAPES; 3) Portal de Periódicos da CAPES; e 4) a Biblioteca Digital da USP. No total foram identificados 26.958 trabalhos, divididos entre artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado defendidas/publicadas em âmbito nacional. Nos próximos parágrafos, esses resultados serão descritos de forma individualizada, isto é, de acordo com cada base de dados consultada.

No âmbito da plataforma Scielo, a pesquisa foi realizada a partir dos termos “tecnologias”, “educação ambiental”, “cultura digital” e “sustentabilidade”, simultaneamente: não foram obtidas respostas. Por isso, foi realizada uma nova busca, dessa vez apenas com os termos para “tecnologias”, “educação ambiental” e “cultura digital”: também não foi obtido nenhum resultado. Por fim, foi uma última busca a partir dos termos “tecnologias” e “educação ambiental”: foram encontrados 10 trabalhos (QUADRO 2).

³⁰ Scientific Electronic Library Online. Acessar: scielo.org.

Quadro 2 – Pesquisas sobre ‘tecnologias e educação ambiental’ plataforma Scielo

Título do trabalho	Autores	Resumo	Ano
Arranjos espaciais e especificações técnicas para ambientes de aprendizagem adequados a práticas educacionais com blended learning	SARMENTO, Thaisa Sampaio; VILLAROUÇO, Vilma. GOMES, Alex Sandro.	Discute os leiautes padrões de ambientes de aprendizagem propostos em referências nacionais e as inovações sugeridas em estudos científicos sobre ambientes de aprendizagem inovadores, no Brasil e no exterior.	2019
Videoativismo e trabalho com projetos: uma experiência de Educação para a Cidadania Mundial na Colômbia	FORERO, Nicolás J. C. Aguilar.	Apresenta os resultados de uma investigação sobre o ativismo mediado por tecnologias digitais na contribuição da Educação para a Cidadania Global.	2019
Tecnologia educacional: um instrumento facilitador para o cuidado ao idoso	CARDOSO, Rachel da Silva Serejo; SÁ, Selma Petra Chaves; DOMINGOS, Ana Maria; SABÓIA, Vera Maria; MAIA, Tauan Nunes; PADILHA, Joviria Marcia Ferreira de Oliveira; NOGUEIRA, Glycia de Almeida.	Desenvolve tecnologia educacional com cuidadores de idosos a partir das necessidades, dificuldades e preocupações relacionadas ao cuidado ao idoso expressas pelos próprios cuidadores.	2018
Abastecimento de água, esgotamento doméstico e aspectos de saúde em comunidades Quilombolas no Estado de Mato Grosso do Sul	FILHO, Fernando Jorge Correa Magalhães; PAULO, Paula Loureiro.	Pesquisa de campo com aplicação de questionários nas comunidades quilombolas do Estado de Mato Grosso do Sul, considerando aspectos socioeconômicos, condições de habitação, abastecimento de água, esgotamento doméstico e saúde.	2017
Educação de Jovens e Adultos: contribuições de artigos em periódicos brasileiros indexados na base SciELO (2010-2014)	BRAGA, Fabiana Marini; FERNANDES, Jarina Rodrigues.	Pesquisa bibliográfica sobre temas, abordagens e proposições de 79 artigos referentes à Educação de Jovens e Adultos (EJA) disponíveis em periódicos brasileiros indexados na base SciELO (2010-2014).	2015
Considerações ergonômicas para aplicação de mídia em ambientes educacionais para crianças do ensino fundamental	Garcez, Joyce Lara Araújo da Fonseca; Maciel, Francimar Rodrigues; Cardoso, Vânia Maria Batalha.	Analisa a aplicabilidade ergonômica em interfaces digitais educacionais para crianças do ensino fundamental. Considerando a ergonomia uma ciência capaz de levantar questões de melhoria ligadas ao sistema ferramenta.	2012
Educação ambiental na planície de inundação do alto rio Paraná, município de Porto Rico (PR), Brasil	Obara, AT.; Suzuki, HI.; Takemoto, RM.; Tomanik, A.; Corredato-Periotto, TR.; Silva-Dias, MAG..	Estudo baseado no desenvolvendo de programas: a) Programa de Educação Continuada em Educação Ambiental; b) Desenvolvimento de Projetos Interdisciplinares; c) Inserção de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs); d) Produção de Material Didático.	2009
Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação	RODRIGUES, Gelze Serrat de Souza Campos; COLESANTI, Marlene T. de Muno.	Discute a potencialidade do uso dos princípios da Educação Ambiental no suporte digital por meio do uso de imagens, textos e sons, implementados pela	2008

		hipermídia, tecnologia não sequencial, cujas informações são acessadas de modo associativo.	
O saneamento na ótica de profissionais de saneamento-saúde-ambiente: promoção da saúde ou prevenção de doenças?	SOUZA, Cezarina Maria Nobre; FREITAS, Carlos Machado de.	Busca verificar a percepção que os profissionais de saúde-saneamento e meio ambiente revelam sobre temas de prevenção de doenças ou de promoção da saúde.	2008
Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação	ANGOTTI, José André Peres; AUTH, Milton Antônio.	Analisa as mudanças no meio ambiente em decorrência da crescente evolução e utilização de novas tecnologias nas relações e nos modos de vida da população e seus desafios, a partir de atividades didático pedagógicas direcionadas à alfabetização científica e tecnológica, tendo como base aspectos históricos e epistemológicos.	2001

Fonte: Autora (2020).

Mesmo compatíveis com os termos utilizados na consulta, a maior parte dos trabalhos não possui relação direta com a temática desta pesquisa. Apenas dois deles demonstraram proximidade, a saber: Rodrigues e Colesanti (2008); e Angotti e Auth (2001). Com base nos referidos estudos, observou-se que:

- 1) A preocupação com o meio ambiente e com a ação antrópica devastadora sobre ele não é recente. A literatura aponta que desde o século XIX já haviam discussões acerca de medidas de combate aos impactos das ações humanas à natureza. Ambas as pesquisas apontam que o marco de origem do movimento de institucionalização de proteção a natureza surgiu com o I Congresso Internacional para a Proteção da Natureza, em 1923 (ANGOTTI; AUTH, 2001; RODRIGUES; COLESANTI, 2008);
- 2) A partir de estudos voltados ao uso das tecnologias para educação ambiental, concluiu-se que o professor deve conseguir problematizar o saber ambiental apresentado no suporte digital, colocando-o em uma perspectiva na qual os alunos possam dele se apropriar e mobiliza-lo para a construção das atitudes ecológicas (RODRIGUES; COLESANTI, 2008);
- 3) A utilização das novas tecnologias com enfoque na educação ambiental foi encarada como um avanço, já que por meio da integração da informática e dos multimeios pode estimular a sensibilização e a produção de conhecimentos acerca do meio ambiente e de seus problemas intrínsecos (RODRIGUES; COLESANTI, 2008);

- 4) Na percepção dos autores, as concepções e modalidades tradicionais de educação relacionadas ao meio ambiente não dão conta da problemática ambiental. No geral, tais propostas se resumem basicamente ao ensino de ecologia e conhecimento afim, nos quais o meio ambiente representa tão somente um objeto de estudo (RODRIGUES; COLESANTI, 2008).

Na biblioteca digital da USP³¹, foi realizada uma busca avançada com as palavras-chave “tecnologia” e “educação ambiental”, na área de conhecimento ‘educação’: foram identificados 363 trabalhos. Entretanto, a maior parte dos resultados abrangeu apenas os assuntos de maneira isolada, isto é, sem uma discussão articulada entre as duas temáticas de interesse nesta dissertação. Apenas, cinco investigações se mostraram compatíveis.

Quadro 3 – Pesquisas sobre Tecnologia e Educação Ambiental – Biblioteca Digital USP.

Título do trabalho	Autor	Resumo	Ano
Educação ambiental não formal: a experiência das organizações do terceiro setor	TRISTÃO, Virgínia Talaveira Valentini.	Investiga o campo da educação ambiental não formal, procurando compreender sua constituição e dinâmica. Tem como objeto de estudo as práticas de educação ambiental não formal desenvolvidas pelas organizações não governamentais ONGs e problematiza a fundamentação epistemológica e pedagógica dessas práticas, refletindo sobre suas finalidades e condições de existência e funcionamento.	2011
O meio ambiente por trás da tela – estudo das concepções de educação ambiental dos filmes da TV escola	SILVA, Rosana Louro Ferreira.	Identifica as concepções de Educação Ambiental dos filmes, bem como apontar elementos que poderiam ser incorporados no sentido de uma educação ambiental crítica.	2007
Alfabetização em biologia na educação de jovens e adultos	CREPALDI, Marilize.	Analisa se os estudantes da educação de jovens e adultos da proposta metodológica de ensino diferenciada de ensino supletivo podem atingir níveis cognitivos mais complexos de aprendizado dos conteúdos da disciplina Biologia.	2012
A ciência na educação formal: investigando possibilidades de problematização das	LOUZADA, Marcos Alexandre.	Analisa o papel da Ciência na educação formal e como a escola pode se firmar como propositora de conhecimentos a partir da problematização das questões socioambientais de seu entorno.	2014

³¹ Acessar <https://www.teses.usp.br/>

questões socioambientais			
Os impasses das ações de duas organizações do terceiro setor na educação pública mineira e paulista na primeira década de 2000	MIRANDA, Aline Barbosa de.	Objetiva apreender a estrutura e funcionamento dessas ações e seus impactos na educação; identificar as fontes de recursos para subsidiar tais ações, mas, sobretudo, apreender o conteúdo e o teor das propostas da iniciativa privada e sua instalação na gestão da escola pública.	2013

Fonte: Autora (2020).

No banco de teses e dissertações da CAPES³², foram encontrados 26.943 trabalhos de mestrado e doutorado a partir das palavras-chave “tecnologias” e “educação ambiental” no âmbito da área do conhecimento “educação”. A busca resultou em um número expressivo de trabalhos que possuem uma amplitude temática excessivamente alta. Embora haja um considerável quantitativo de pesquisas agrupadas no descrito ‘tecnologias e educação ambiental’, também não foram encontrados estudos correlatos a esta pesquisa.

No portal de periódicos da CAPES³³, com os mesmos procedimentos anteriormente descritos, foram encontrados quatro artigos relacionados ao tema, ilustrados no quadro a seguir:

Quadro 4 – Pesquisas sobre Tecnologia e Educação Ambiental – CAPES.

Título do trabalho	Autor	Resumo	Ano
A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências	BOURSCHEID ³⁴ , Jacinta Lourdes Weber.	Apresenta a origem da Educação Ambiental e a relação do homem com o ambiente natural, qualidade de vida e sustentabilidade, versando com a questão ambiental, tecnológica, econômica e sociocultural, para articular nos sistemas educacionais, os conteúdos científicos com o contexto social, desenvolvendo a atitude crítica frente à sociedade.	2014
Formação continuada para Educação Ambiental no contexto da tecnologia digital na Plataforma Moodle	MACHADO, Gabriella Eldereti; BRANDÃO, Janaína Balk	Relata o processo de formação continuada em EA que ocorreu por meio de um curso EAD, com auxílio da Plataforma Moodle, que buscou construir um espaço complementar em ambiente	2019

³² Acessar <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses>

³³ Ver <http://www.periodicos.capes.gov.br/>

³⁴ BOURSCHEID, Jacinta Lourdes Weber. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. Revista Thema, 2014, Vol.11(1), pp.24-36. Disponível em: < <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/183/109>>.

		virtual para trocas de conhecimentos e discussões, subsidiando metodologicamente a criação e desenvolvimento de projetos nas escolas envolvidas.	
A educação ambiental no contexto da evolução da ciência, tecnologia e sociedade	BRUSAMARELO, Daniela; LUZ, Angélica Ramos da; MIRANDA, Dilene Gomes. LONGHIN, Sandra Regina; PIRES, Luciene Lima de Assis.	Descreve cenário econômico e social nos quais evoluem a ciência e a tecnologia. Analisa os impactos ambientais decorrentes da relação entre a produção, o consumo e o descarte de resíduos, situação insustentável que leva ao consenso sobre o perigo à vida planetária.	2017
Jogo da “trilha ecológica capixaba”: uma proposta pedagógica para o ensino de ciências e a educação ambiental através da ludicidade	MULINE, Leonardo Salvalaio; GOMES, Adriane Gonçalves; AMADO, Manuella Villar; CAMPOS, Carlos Roberto Pires.	Desenvolve e avalia jogo didático intitulado “Trilha Ecológica Capixaba” baseado na realidade dos alunos, comprometido com o ensino de Ciências e transformação socioambiental.	2013

Fonte: Autora (2020).

Dos artigos obtidos, destacamos o trabalho de Bourscheid (2014), que considera alguns aspectos relevantes no que tange à convergência entre educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências. Entre suas principais contribuições, destacam-se ações como:

- 1) Conceitua a educação ambiental e a sustentabilidade como a possibilidade para a participação ativa na busca de novos padrões de organização social e mudança, com ênfase na educação transformadora como uma prática pedagógica para tornar possível a renovação de seus princípios, diretrizes e práticas, educando para e pela sustentabilidade, consolidando a qualidade de vida das gerações futuras;
- 2) Destaca a preservação do meio ambiente como esforço subordinado a uma consciência ecológica cuja formação depende diretamente da educação, visto que esta possibilita a ampliação de conhecimentos, a mudança de paradigmas, a ressignificação valores e posturas, priorizando a integração e a harmonia dos indivíduos com o meio ambiente;
- 3) Apresenta o conceito “Sustentabilidade, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente” (CTSA) que surge da necessidade de inclusão de aspectos étnico-ambientais nos estudos de ciência e tecnologia;

- 4) Pondera sobre o ensino de ciências e a CTSA, sobre a necessidade de propostas que possibilitem mudanças imediatas, já que o objetivo da educação é a formação do indivíduo. Nessa lógica, aponta a urgência de alfabetizar os cidadãos(ãs) em ciência e tecnologia, contextualizando os conteúdos científicos e associando-os ao desenvolvimento de práticas cidadãs, tanto na dimensão sociológica, quanto no âmbito ambiental.

Diante disso, recorreu-se aos produtos e publicações ligados ao projeto CCPA, na plataforma online³⁵, a qual reúne informações sobre a Rede e permite acompanhar os estudos referentes ao projeto. Ressalta-se que neste sentido, não foram usados termos para a busca, mas referenciadas quatro pesquisas e produções apresentadas no canal digital.

Quadro 5 – Pesquisas sobre Projeto Ciência Cidadã para a Amazônia

Título do trabalho	Autor	Resumo	Ano
Research and inventory of technologies to monitor water quality and quantity for the Citizen Science for the Amazon Project.	<i>Wildlife Conservation Society</i>	Busca uma solução tecnológica que envolva instrumentos de baixo custo e conviviais que podem ser implantados na Amazônia para coletar dados importantes sobre as características da água.	2017
Análise do uso do aplicativo de celular como uma ferramenta para resolver as lacunas de dados na pesca de pequena escala na bacia do Madeira (RO).	Doria, C. R. da C., Wanderley, T. V., Mendonça, D., Souza, S. T. B. de, & Sant'anna, I. R. A.	O trabalho relata a experiência de Ciência Cidadã, considerando o uso do aplicativo “Ictio” por pescadores na bacia do Madeira como ferramenta para auxiliar a preencher as lacunas de dados sobre a pesca de pequena escala na Amazônia. A implementação foi realizada em cinco etapas: apresentação do projeto e discussão sobre como o <i>Ictio</i> poderia responder perguntas dos pescadores; identificação do perfil dos potenciais usuários e a receptividade ao aplicativo; treinamento para o uso do aplicativo, acompanhamento contínuo e avaliação dos resultados.	2019

Ciencia Ciudadana para fortalecer la ciudadanía y cultura ambiental: El caso de San Juan del Oro en Puno.	<i>Wildlife Conservation Society</i>	Apresenta o estudo de caso da experiência piloto, implementada no distrito de San Juan del Oro, província de Sandía, departamento de Puno, bacia do rio superior Tambopata, a qual faz parte de um projeto maior denominado “Ciência Cidadã para a Amazônia”, que busca contribuir com a conservação de ecossistemas de água doce e a melhoria de qualidade de vida de seus habitantes na escala da bacia amazônica usando uma abordagem de Ciência Cidadã para gerar e compartilhar em formação.	2020
Research and inventory of technologies to monitor water Quality and quantity for the citizen science for the amazon Project.	<i>Wildlife Conservation Society</i>	Destaca pesquisa sobre plataformas e aplicativos desenvolvidos para coletar, analisar e visualizar a quantidade e qualidade da água dados que podem ser replicados usando uma abordagem de ciência cidadã.	2017

Fonte: WCS (2021).

Dentre as pesquisas acima descritas, apenas uma se aproxima ao tema desta investigação, mais precisamente, a experiência do projeto piloto em San Juan Del Oro em Puno, com ênfase no fortalecimento da cidadania e cultura ambiental (WCS, 2020). O estudo de caso apresenta aspectos geográficos e sociais dos atores envolvidos, bem como fatos acerca das estratégias de implementação, etapas, desafios e aprendizagens decorrentes da experiência. Sobre estes últimos pontos, considera que as atividades desenvolvidas nas áreas da cultura e cidadania beneficiaram 28 professores, 144 alunos e 30 pais de quatro instituições educacionais secundárias do distrito de San Juan Del Oro ao longo do ano escolar de 2018.

A intenção do trabalho foi despertar o interesse pela pesquisa em alunos e professores do ensino médio em um ambiente rural, evidenciando os meios para tornar possível a realização de investigações pelos estudantes. Durante o desenvolvimento da experiência, concluiu-se que o maior desafio é envolver as pessoas, particularmente professores e alunos, fazendo com que eles confiem em sua capacidade de produzir conhecimento, desmistificando a perspectiva geral em que a pesquisa seria voltada exclusivamente aos cientistas. Segundo WCS (2020), esse obstáculo foi superado ao final da intervenção, quando os alunos viram os resultados de suas investigações e os apresentaram para suas comunidades. Outro aspecto mencionado como desafiador foi a conquista da confiança dos professores em relação à entidade promotora da

ação (WCS), pois muitos se queixaram da falta de acompanhamento e estímulo das ONGs para que os moradores das comunidades participem de diferentes experiências de aprendizagem e desenvolvimento de competências. Nesse sentido, para capturar interesse desse público, seria necessário desenvolver outros incentivos capazes de fazer com que os professores se sintam reconhecidos e valorizados, como boa remuneração e formação continuada.

O estudo também apresentou lições geradas sobre o Ciência Cidadã e sua abordagem do conhecimento. Como aprendizagem da experiência, foi evidenciada a importância da participação da juventude em atividades científicas como meio para enfrentar problemas e criar oportunidades para o ambiente local, transformando a pesquisa em ferramenta para responder às suas inquietações e buscar respostas sobre tópicos de interesse das próprias comunidades. Essa dinâmica permitiu ao público atendido expressar sua voz em espaços públicos, obtendo um maior conhecimento sobre o tempo e o espaço em que vive(m). Estes são fatores-chave para compreender como uma experiência desta natureza pode fortalecer a cidadania e a cultura ambiental.

Em “Pesquisa e inventário de tecnologias para monitorar a água qualidade e quantidade para o cidadão ciência para a Amazônia”, trabalho coordenado pela WCS (2017), observa-se que, apesar de espécies migratórias constituírem a maior parte dos desembarques de peixes e desempenharem importantes papéis ecológicos, pouco se sabe sobre os fatores ambientais que influenciam nessas migrações. Desta forma, considera que o monitoramento da quantidade e qualidade da água é subsídio importante para o entendimento acerca de onde e quando os peixes deslocam na Bacia Amazônica, como os fatores ambientais afetam o controle dessas migrações, qual a distribuição dos rios de água branca, clara e preta e como o nível e o fluxo do rio variam e quais são os principais recursos de qualidade da água ligados às migrações de peixes.

Ao apresentar dados sobre as características da água, a pesquisa buscou: 1) identificar plataformas e aplicativos para coletar, analisar e visualizar a quantidade e qualidade da água dados que podem ser replicados usando uma abordagem de ciência cidadã; 2) identificar projetos de monitoramento de qualidade e quantidade de água existentes que tenham abordagem da ciência e; 3) apresentar soluções tecnológicas e metodológicas (“gadgets de monitoramento”) que poderiam ser implementadas na Bacia Amazônica para monitorar ecossistemas de água doce usando uma ciência cidadã aproximação.

Como resultado, evidenciou que as plataformas encontradas variaram amplamente em termos de relevância para o projeto. Entre as principais, constam as ferramentas construídas para monitorar o clima à hidrologia, envolvendo quase nenhum engajamento cidadão ou síntese

para gerar suas próprias informações. Assim, um dos critérios-chave reconhecidos pelo projeto para o uso e identificação desses recursos é a flexibilidade, traço que incluindo abranger novas variáveis, bem como a capacidade elevada para a realização de upload de dados usando sensores automáticos e registradores de dados.

Há ainda outra pesquisa em nível de mestrado em desenvolvimento, intitulada “Ciência Cidadã para a Amazônia: explanando a retenção de voluntários no monitoramento da pesca no nível de Bacia aplicando o modelo captura/recaptura”, conduzida pela pesquisadora Karen L. Castilho. O estudo tenta identificar formas de aumentar a adesão de voluntários no contexto do Projeto Ciência Cidadã para a Amazônia (CCPA). Uma das estratégias envolve o uso de aplicativos móveis como o *Ictio* em atividades de coleta de dados e monitoramento a pesca na bacia amazônica. Além disso, descreve estratégias de recrutamento, treinamento e comunicação utilizadas pelas organizações parceiras, além de determinar o número de colaboradores ativos na área e seu acesso à internet, avaliando a influência desses fatores sobre a probabilidade de retenção de voluntários.

À sua maneira, ambos os estudos vislumbram, direta ou indiretamente, elementos que possam enriquecer o potencializar processos de educação ambiental, colocando em diálogo ciência, tecnologia, sociedade e natureza, indicando a necessidade de ampliar a discussão sobre os processos, estratégias e ferramentas empregadas para essa finalidade.

Por fim, com base no breve mapeamento realizado em bases de dados e fontes agregadoras de trabalhos acadêmicos, percebe-se que o conjunto de produções analisadas sobre tecnologias e educação ambiental demonstrou uma tendência ao tratamento isolado de cada uma dessas categorias, resultando em interações pouco aprofundadas entre elas. Diante disso, esta pesquisa pode destoar das investigações descritas e constituir-se como uma contribuição original, à medida em que se propõe a articular os conceitos de cultura digital, sustentabilidade e educação ambiental, de modo a oferecer olhares e subsídios ainda não explorados para a compreensão das especificidades das comunidades tradicionais amazônicas.

4. METODOLOGIA

Esta seção apresenta o desenho metodológico desta investigação, descrevendo as técnicas e os procedimentos adotados no processo de pesquisa, além de contextualizar o *locus* de execução do trabalho de campo e seus integrantes. Convém ressaltar que as normas da ABNT adotadas nesta pesquisa estão baseadas no Manual da Universidade Federal do Oeste do Pará/Sistema Integrado de Bibliotecas/UFOPA.

4.1 Tipo de pesquisa e abordagem

Este trabalho se caracteriza como pesquisa de natureza qualitativa pois objetiva o entendimento “do significado subjetivo das questões a partir das perspectivas dos participantes, os significados latentes de uma situação estão em foco, práticas sociais e o modo de vida e o ambiente em que vivem” (FLICK, 2013, P. 23). Nesta lógica, a pesquisa qualitativa não opera de forma padronizada, mas busca de forma ampliada, estudar os casos, considerando suas particularidades e complexidades. Fazem parte das características das pesquisas qualitativas, a busca pela compreensão do comportamento humano, a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação, por considerar os dados obtidos na interação com os indivíduos nos seus ambientes naturais.

Desta forma, a abordagem qualitativa ocorre de forma descritiva, pois as informações recolhidas através de entrevistas, com perguntas abertas aplicadas aos alunos, foram transformadas em citações para fundamentar a análise e discussão. No entendimento de Flick (2013), espera-se dos sujeitos envolvidos no estudo desta natureza, que contribuam com suas experiências e visões de suas situações particulares de vida.

Esta pesquisa tem caráter exploratório, pois busca identificar os limites e as possibilidades das experiências no âmbito do Projeto CCPA³⁶ no que tange ao papel educacional cumprido pelas tecnologias. A pesquisa exploratória busca investigar um assunto que pode ser conhecido, mas que não foi estudado por completo. Conforme Gil (2002, p. 41), essa abordagem visa “o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições”, possuindo um planejamento flexível, envolvendo as etapas de levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão. Severino (2007) considera que na pesquisa exploratória, busca-se delimitar um campo de trabalho onde são mapeadas as condições de manifestação do objeto. Neste sentido, buscou-se analisar as práticas formativas mediadas pelos recursos *Foldscope* e

³⁶ Detalhado na seção seguinte.

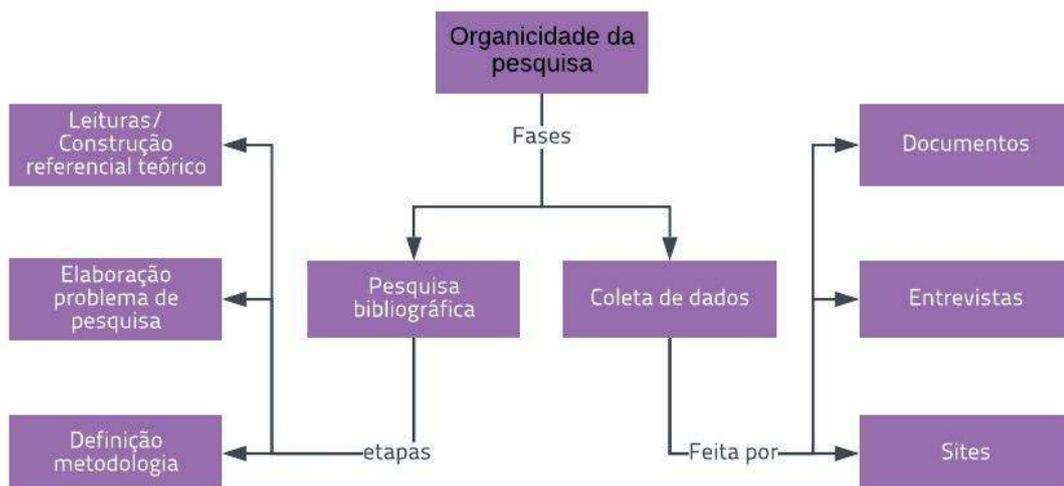
Ictio, apontando os limites e as possibilidades com contribuições para o projeto ciência cidadã para Amazônia.

Nas seções anteriores foi realizada pesquisa bibliográfica sobre conceitos-chave envolvendo o problema de investigação (tecnologias, desenvolvimento humano, meio ambiente, sustentabilidade e educação ambiental) e também documental, pois utilizamos fontes primárias, informações coletadas a partir dos escritos dos comunitários. Apesar de se tratar de uma técnica praticamente obrigatória na maior parte das pesquisas acadêmicas, a pesquisa bibliográfica foi crucial para a compreensão, ainda que preliminar, do universo analisado, ajudando a identificar leituras existentes, bem como os discursos e conceitos com potencial contribuição a este trabalho. Sobre isto, Marconi e Lakatos (2003, p. 224) esclarecem:

A finalidade da pesquisa científica não é apenas um relatório ou descrição de fatos levantados empiricamente, mas o desenvolvimento de um caráter interpretativo, no que se refere aos dados obtidos. Para tal, é imprescindível correlacionar a pesquisa com o universo teórico, optando-se por um modelo teórico que serve de embasamento à interpretação do significado dos dados e fatos colhidos ou levantados.

A seguir, apresentaremos as fases desta pesquisa qualitativa (FIGURA 2), executadas para a realização deste estudo:

Figura 2 - Esquema com as fases da pesquisa.



Fonte: Autora (2021).

A primeira fase do trabalho ocorreu entre os anos de 2019 e 2021 e consistiu em mapear as referências bibliográficas existentes no campo de pesquisa envolvendo conceitos essenciais como tecnologias, desenvolvimento humano, meio ambiente, sustentabilidade, educação ambiental e metodologia. Por meio da leitura de materiais ligados a esses temas, foi construído

o referencial teórico da investigação, além de formulado o problema de pesquisa e definido o seu desenho metodológico.

Na segunda fase, período em que foi formulado o problema que orienta a pesquisa, buscou-se entender: quais os limites e as possibilidades das experiências no âmbito do Projeto CCPA no que tange ao papel educacional cumprido pelas tecnologias? A partir disso, surgiu a ideia de começar a armazenar documentos e relatos sobre o projeto no intuito de compreender e analisar sua dinâmica e contribuições. Dessa forma, realizamos:

- a) Um mapeamento junto aos alunos e professores atendidos pelo projeto, primeiro, através do diálogo informal buscando compreender o que pensam do projeto;
- b) Em seguida, foram realizadas entrevistas com o intuito de compreender as experiências dos referidos sujeitos com o aplicativo *Ictio* e o microscópio *Foldscope*.

4.2 Instrumentos de pesquisa

Para a coleta e construção dos dados foram definidas estratégias alinhadas à pesquisa qualitativa, nas quais se prioriza a utilização de instrumentos que possibilitem a formulação e observação do objeto de pesquisa a partir de questões abertas, visando alcançar respostas subjetivas que possam delinear os impactos das ações desenvolvidas pelo projeto na comunidade e, mais especificamente, das ações que foram desenvolvidas nas e pelas escolas. Nesse sentido, foram realizadas entrevistas semiestruturadas individualizadas com os estudantes de modo a estabelecer as condições para uma escuta capaz de ampliar o horizonte dos significados atribuídos ao Projeto Ciência Cidadã por estes sujeitos.

Assim, para melhor entendimento da organização social dos moradores das referidas comunidades e do envolvimento dos participantes com o Projeto Ciência Cidadã, também foram acompanhados cinco encontros de trabalho e formação abarcando atividades programadas nas referidas comunidades. Estes tinham a finalidade de permitir a compreensão do cotidiano dos moradores locais e o seu envolvimento nas ações realizadas do ano de 2018 até o fim da experiência piloto. Com a ajuda desta estratégia, foi possível mapear características socioculturais das regiões pesquisadas, bem como informações demográficas e questões subjetivas ligadas aos impactos do projeto para a comunidade.

Como instrumento prioritário, foi utilizada a entrevista semiestruturada, para a qual foi realizado um questionário base, buscando nortear as perguntas durante a aplicação da entrevista. Esta técnica é definida por Flick (2013, p. 115) como: “perguntas que cobrem o escopo

pretendido da entrevista”. Para tanto, o pesquisador elabora um roteiro da entrevista para que represente uma orientação durante a aplicação a aplicação da mesma. Este método se diferencia dos questionários por possibilitar aos entrevistadores, flexibilidade na ordem das perguntas. “Eles também não ficam necessariamente presos à formulação inicial exata das perguntas quando as formulam. O objetivo da entrevista é obter as visões individuais dos entrevistados sobre um tema” (FLICK, 2013, p. 115).

Ao iniciar a conversação, o pesquisador realiza as perguntas de forma aberta para que o pesquisado fique livre para responder da maneira que julgar melhor. Para que este processo ocorra, Flick (2013), considera alguns critérios úteis. São eles: alcançar profundidade e contexto pessoal exibidos pelo entrevistado, conseguir uma cobertura ampla de significados do tema e buscar especificação das opiniões a partir do ponto de vista do entrevistado.

4.3 Análise dos dados

Quanto ao tratamento da empiria, foi adotada a análise de conteúdo para a organização e interpretação dos resultados obtidos por meio das entrevistas. Sobre isto, Flick (2013, P. 125) explica:

É um procedimento clássico para analisar materiais de texto de qualquer origem, de produtos da mídia a dados de revistas. É um método empírico para descrição sistemática e intersubjetivamente transparente das características substanciais e formais das mensagens. O método é baseado no uso de categorias derivadas de modelos teóricos. Normalmente, se aplica a essas categorias aos textos, em vez de desenvolvê-las a partir do próprio material [...] A análise de conteúdo tem por objetivo classificar o conteúdo dos textos alocando as declarações sentenças ou palavras a um sistema de categorias. Na pesquisa qualitativa se parafrasear o material de forma a poder deixar de fora passagens e paráfrases menos relevantes com os mesmos significados [...] agrupar e resumir paráfrases similares (FLICK, 2013, p. 125).

Para o tratamento do material coletado, foi adotada a análise de conteúdo. Conforme Bardin (2011), este método consiste num conjunto de técnicas da análise de diferentes formas de comunicação. Em termos de etapas (FIGURA 3), organiza-se de acordo com os seguintes procedimentos: 1) organização: avaliação das entrevistas coletadas; 2) codificação: análise do objeto; e 3) categorização: agrupamento de respostas por frequência que aparecem no diálogo, levando em consideração os significados das experiências, a fim de compreender os papéis formativos cumpridos pelas tecnologias nas propostas de educação, monitoramento da pesca e qualidade da água nas localidades investigadas.

Figura 3 - Fases da análise de conteúdo.



Fonte: Autora (2021).

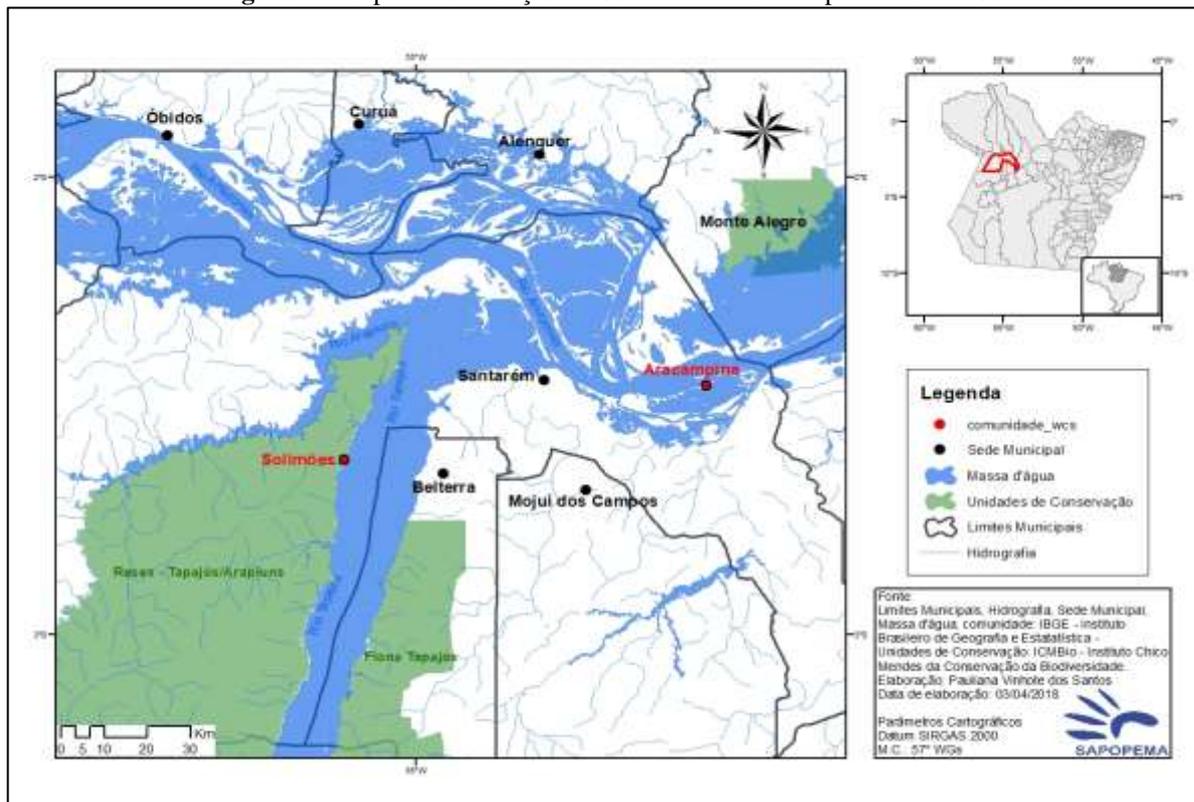
Seguindo os pressupostos apontados por Bardin (2011), a análise de conteúdo se inicia na fase de levantamento do material na chamada pré-análise, em que são escolhidos documentos, organizados materiais, extraídos dados e realizadas leituras. A partir desta etapa, surge o que a autora denomina ‘exploração do material’, onde revelam-se as etapas de codificação e categorização, com recortes de unidades de registro³⁷, elaboração de matriz de referência e agrupamento das unidades. Com as etapas anteriores realizadas, o pesquisador analisa os resultados com inferências e interpretações. Para realizar esta última etapa, organizamos as respostas da seguinte maneira: apresentação dos fragmentos das questões abertas.

³⁷ Unidades de registro são termos referentes ao tema, objeto de estudo, personagens, fatos ou documentos que surgem durante a coleta de material e que serão analisados pelo pesquisador (BARDIN, 2011).

4.3 Locus da Pesquisa

Em termos de localização, a pesquisa se concentrou na comunidade Aracampina e na aldeia Solimões (FIGURA 4). Os locais foram selecionados estrategicamente por terem sido as localidades escolhidas para a experiência piloto, e as únicas no Estado do Pará a testarem os recursos analisados neste trabalho (*Foldscope* e *Ictio*). A aldeia Solimões está localizada na região da Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns em Santarém. É uma das vinte e três comunidades indígenas integrantes da Resex, nomeadas como territórios e terras indígenas reivindicadas “Encantado”, sendo da etnia Kumaruara. A aldeia foi selecionada para o projeto devido sua localização e importância da pesca para as famílias da comunidade. Solimões se encontra em processo de discussão para a criação de um acordo de pesca, o primeiro do Brasil envolvendo a calha de um rio de grandes dimensões. A Reserva Extrativista Tapajós/Arapiuns, criada em 1998 (Decreto Presidencial de 06 de novembro de 1998) tem uma área de 647.610 hectares e tem cerca de 75 comunidades.

Figura 4 - Mapa de localização da Comunidade Aracampina e Aldeia Solimões.



Já a comunidade Aracampina foi fundada em meados de 1800, sendo seu nome inicial “Uruacampina”, em alusão à presença de uma árvore conhecida por uruazeiro. Aracampina tornou-se o nome oficial por força de um engano no processo de registro no município de

Santarém. A principal fonte de renda dos moradores é a pesca, atividade que é realizada em cerca de 16 lagos e 3 igarapés distribuídos na comunidade e usados para pesca comercial e de subsistência. Como método de conservação dos estoques pesqueiros, a comunidade mantém acordos³⁸ que ditam as regras nos ambientes aquáticos da região e realizam reuniões trimestrais para discutir a (in)obediência das normas (GAMA, 2016). De acordo com dados obtidos de forma independente, a comunidade já teve o total de 78 famílias, mas em 2020 possui 64 famílias em 58 casas. Na comunidade existe acordo de pesca em vigor para todos os corpos hídricos, com exceção do rio Amazonas. Os comunitários não pretendem que essa seja modificada, mas que medidas de conservação dos recursos continuem sendo adotada para os lagos e igarapé, e que se estenda também para o rio Amazonas, onde ainda não existem acordos comunitários que regulam a forma de captura dos peixes. O confinamento dos animais em maromba, comum em alguns municípios do Baixo Amazonas, é utilizado somente por alguns criadores da comunidade de Aracampina, de março a julho, período que pode ser alterado dependendo da enchente e da vazante do rio Amazonas.

4.4 Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa são alunos das escolas Nossa Senhora das Graças e São Sebastião, da aldeia Solimões e comunidade Aracampina, respectivamente. Todos eles fazem parte do público atendido do Projeto CCPA, especificamente durante o período de 2018 a 2019. O critério para inclusão destes sujeitos coincide com os critérios de participação estabelecidos pela SAPOPEMA: jovens estudantes acima de 13 anos cursando o oitavo ou nono ano do ensino fundamental e que fossem de família de pescadores.

Em decorrência da pandemia e em respeito às medidas de biossegurança, foram aplicados questionários on-line em março de 2021, instrumento que, a princípio, consistiria numa entrevista presencial, mas que precisou ser readequado por conta dos riscos sanitários envolvidos. Entretanto, após uma primeira rodada de aplicação de questionários, as respostas obtidas não foram suficientes para coletar dados suficientemente consistentes. Em uma segunda tentativa, realizou-se as entrevistas por ligação, cujo que também não foi satisfatório, já que, em decorrência da precariedade do sinal nas localidades dos entrevistados, na maioria das interações houve ruídos severos que prejudicaram a comunicação. Por fim, com a abertura gradual dos serviços não essenciais e início da vacinação para grupos prioritários, optou-se por

³⁸ Acordos de pesca são instrumentos criados pelos próprios moradores de determinadas regiões em que se ditam as regras para o uso de rios e lagos. Os documentos são formalizados em órgão fiscalizador e compreendem desde a proibição de pesca de determinadas espécies ao uso de determinados tipos de apetrechos de pesca.

desenvolver a pesquisa de forma presencial no dia 13 de maio de 2021, com testagem prévia³⁹ da pesquisadora, além de uso contínuo de máscara e distanciamento mínimo de 1,5m dos entrevistados.

A entrevista foi realizada com 13 estudantes com idade entre 15 e 35 anos, provenientes de áreas indígenas e rurais do município de Santarém-Pará, correspondendo a 72% do universo pesquisado (18 alunos no total). Em relação à identificação de origem geográfica dos entrevistados, sete (47%) são de Aracampina, sendo que destes três fizeram uso do aplicativo *Ictio* e quatro do *Foldscope*. Seis estudantes (53%) da aldeia Solimões participaram da pesquisa, sendo quatro usuários do *Ictio* e dois do *Foldscope* de um total de dez estudantes envolvidos no projeto.

Os entrevistados da pesquisa tiveram a isenção de seus nomes, seguindo os princípios esclarecidos por Flick (2013), sendo referenciados meio de nomeação fictícia denominada de Aluno-entrevista 1a (AE1-a), Aluno-entrevista 1b (AE1-b), Aluno-entrevista 1c (AE1-c), Aluno-entrevista 1d (AE1-d), Aluno-entrevista 1e (AE1-e), Aluno-entrevista 1f (AE1-f), Aluno-entrevista 1g (AE1-g), Aluno-entrevista 1h (AE1-h), Aluno-entrevista 1i (AE1-i), Aluno-entrevista 1j (AE1-j), Aluno-entrevista 1l (AE1-l), Aluno-entrevista 1m (AE1-m); Aluno-entrevista 1o (AE1-o).

³⁹ Especificamente, testagem de Anticorpos IgG e IgM Anti-SARS-COV-2 (Resultado em anexo).

5. TECNOLOGIA CIDADÃ NA EXPERIÊNCIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO NA AMAZÔNIA

Na perspectiva de ampliar o conhecimento a respeito do objeto de estudo desta pesquisa, esta seção aborda as experiências desenvolvidas no âmbito do Projeto CCPA. Entre a sala de aula (escola) e o rio (meio ambiente) há pormenores importantes do ponto de vista da análise das tecnologias (digitais) como recursos educativos e de conservação ambiental na Amazônia. A fim de compreender essa dinâmica, esta seção organiza-se da seguinte maneira: 1) apresentação do Projeto CCPA; 2) informações gerais da experiência piloto na aldeia Solimões (Resex) e Aracampina (várzea), em Santarém; 3) descrição do processo de uso do aplicativo *Ictio* para monitoramento da pesca e instrumento de educação ambiental, bem como a utilização do microscópio de papel *Foldscope* para análises microbiológicas; e 4) Por fim, descreve-se os resultados e impressões dessas atividades no tocante à educação ambiental nas referidas comunidades.

5.1 Projeto Ciência Cidadã para a Amazônia

O Projeto Ciência Cidadã para a Amazônia apresenta uma solução para este triplo desafio: construir uma rede de organizações e pessoas que gerem informações sobre peixes e águas na escala da Bacia utilizando uma abordagem participativa e tecnologias inovadoras e de baixo custo (ICTIO⁴⁰, 2017).

Antes de tudo, convém apresentar o conceito de Ciência Cidadã conforme esclarece WCS (2018), em que contempla o entendimento de abordagem colaborativa por meio do envolvimento entre cientistas e público em geral, com objetivo de coletar e analisar evidências. Neste processo, ambos colaboram para a reunião de fatos relacionados à ciência e cidadania onde podem desempenhar um papel crucial para tomadas de decisões políticas e de manejo. Na ciência cidadã, a cooperação ocorre com o fim de gerar informação científica partindo de diferentes atores da sociedade, como comunidades rurais e urbanas, ONGs, empresas privadas e instituições governamentais.

Nesta lógica, o Projeto CCPA se apresenta como uma estratégia de abordagem colaborativa através de uma rede de organizações da escala da Bacia amazônica, a qual utilizada tecnologias, como aparelhos celulares e aplicativos para registro de informações sobre peixes migradores, como a Dourada que se desloca desde o oceano Atlântico até os Andes, percorrendo

⁴⁰ Ver <https://ictio.org/>

mais de onze mil quilômetros. O projeto executado no Brasil, Equador, Estados Unidos, Colômbia, França, Peru e Bolívia destinou-se às regiões rodeadas por rios, visando gerar informações sobre peixes e águas na escala da Bacia Amazônica (FIGURA 5) com participação de atores comunitários no processo de coleta dos dados. Com isso, criou-se uma rede de organizações para o manejo sustentável da pesca e para a conservação de áreas da Amazônia. O grupo formado por vinte e quatro instituições⁴¹ dos referidos países intermedia a participação de comunitários, professores e estudantes para entender e coletar informações sobre migrações dos peixes amazônicos (ICTIO, 2020).

Figura 5 - Mapa de abrangência do Projeto Ciência Cidadã na Bacia Amazônica.



Fonte: CIÊNCIA CIDADÃ (2020).

O projeto apresenta como princípio a preservação da biodiversidade e a integridade ecológica do vasto e dinâmico sistema de água doce da Amazônia, contribuindo para o bem-estar humano, da vida selvagem e dos ambientes naturais. Para tanto define como missão a mobilização de cidadãos e cientistas que constroem conhecimento sobre os ecossistemas de água doce da Amazônia para a conservação e gestão da Bacia Amazônica, a partir de uma

⁴¹ *Wildlife Conservation Society*, Pronaturaleza, Universidad San Francisco de Quito, Instituto Del Bien Común, Frankfurt Zoological Society, Amazon Fish, Instituto de Desenvolvimento Mamirauá, Projeto Saúde e Alegria, Instituto Amazônico de Investigações científicas - SINCHI, Ecoporé, IIAP, Florida International University, The Cornell Lab of Ornithology, CIBIOMA, Earth Innovation Institute, UTEC, CITA, UNIR, SAPOPEMA, Mopebam, FRONTEIRAS, Instituto Francês de Investigación para el Desarrollo, FAUNAGUA, San Diego Zoo Global Peru,

abordagem integrada de bacias hidrográficas, com o uso de tecnologia e inovação para gerar dados e informações acessíveis. O objetivo da iniciativa é gerar conhecimento para a tomada de decisões fundamentadas sobre a conservação e gestão da Bacia Amazônica para o bem-estar social e ambiental. Baseado nessa premissa, o projeto apresenta quatro metas a serem alcançadas até 2024:

Obtenção de uma rede de conhecimento fortalecida e resiliente que promova uma abordagem dupla: a da ciência cidadã e a da gestão integrada de bacias hidrográficas em escalas apropriadas; Geração de dados, informações e conhecimento sobre os ecossistemas de água doce da Bacia Amazônica compartilhados de forma confiável, oportuna e acessível, e com uma abordagem de gestão integrada da bacia; Uma rede que catalisa ciclos de inovação e promove uma cultura de aprendizagem e experimentação; As informações geradas pela rede contribuirão para a tomada de decisões em diferentes escalas, gerando um impacto conjunto em prol da conservação e do bem-estar humano em toda a Bacia Amazônica (RED CIENCIA CIUDADANA PARA LA AMAZONÍA, 2020, p. 10)⁴².

Assim, o Projeto busca contribuir para a Iniciativa Águas Amazônicas⁴³ seguindo à dez princípios norteadores que embasam a implementação: 1) Deve contribuir para responder a uma pergunta científica; 2) Precisa ser relevante para a conservação da biodiversidade; 3) Deve abordar uma questão ou problema na escala da Bacia Amazônica. A fase piloto será realizada em alguns locais-chave em parceria com organizações estratégicas; 4) Deve envolver soluções tecnológicas inovadoras acessíveis; 5) Cientistas cidadãos devem ter total acesso e devem ser empoderados no processo; 6) Os resultados devem informar as políticas e as decisões de gerenciamento; 7) Deve promover a participação voluntária de cidadãos, tanto de indivíduos como de grupos; 8) O modelo necessita ser sustentável no longo prazo; 9) Precisa respeitar os direitos humanos e promover a equidade, bem como uma maior participação de grupos; e, 10) Deve respeitar a soberania dos países participantes.

Desta forma, de posse dos dados coletados, pesquisadores analisam fatores ambientais que os influenciam, devolvendo informações para que as instituições possam repassa-las aos cientistas-cidadãos. Denominadas “soluções inovadoras”, o projeto testa tecnologias com métodos emergentes para gerar novos conhecimentos, abrangendo todos referidos países (FIGURA 6), e por consequência as 33 milhões de pessoas que vivem na extensão da Bacia Amazônica. Segundo estimativa do Projeto Ciência Cidadã, a Bacia é lar de 384 povos

⁴² “Obtención de una red de conocimiento fortalecida y resiliente que promueva un doble enfoque: el de ciencia ciudadana y el de manejo integrado de cuencas a escalas adecuadas. Generación de datos, información y conocimiento sobre los ecosistemas de agua dulce de la Cuenca Amazónica compartidos de manera confiable, oportuna y accesible, y con un enfoque de manejo integrado de cuencas. Una red que cataliza ciclos de innovación y promueva una cultura de aprendizaje y experimentación. La información generada por la red contribuirá a la toma de decisiones a diferentes escalas, generando un impacto conjunto en favor de la conservación y el bienestar humano a nivel de toda la Cuenca Amazónica” (Red Ciencia Ciudadana para la Amazonía, 2020, p. 10).

⁴³ Ver <http://pt.aguasamazonicas.org/a-iniciativa/>

indígenas. A delimitação geográfica do projeto também justifica a atenção ao Rio Amazonas, por ser considerado o mais longo e volumoso do mundo, com rica diversidade de peixes, somando a descrição de mais de duas mil e quatrocentas espécies. O número representa 19% de toda a diversidade mundial conhecida de peixes de água doce (ICTIO, 2020).

A rede possui governança formada por um grupo gestor liderado por uma organização anfitriã, grupos de colaboração, assembleia geral de membros da rede e comitê diretor. Nesta composição, ficam estabelecidas as respectivas responsabilidades e poderes de decisão quanto à determinação dos temas de interesse do projeto. Nesse aspecto, convém ressaltar o destaque para a “transparência e prestação de contas” feito no site da instituição. Essa tarefa é atribuída ao comitê diretor, ao grupo gestor e aos grupos de colaboração, em assembleia geral para que as partes interessadas possam avaliar os documentos no que tange aos resultados, às propostas, ao balanço financeiro e etc.

Figura 6 - Atuação do Projeto Ciência Cidadã Para Amazônia.



Fonte: Projeto Ciência Cidadã Para Amazônia (2020).

O Projeto Ciência Cidadã⁴⁴ atua com diferentes projetos que testam tecnologias e metodologias inovadoras, como o *Ciência comunitária* (FIGURA 7), em que se desenvolve atividades de pesquisa nas escolas com métodos de observação, investigação e análise reflexiva em uma iniciativa local para fortalecer a cidadania ambiental que testa a abordagem da ciência e inovação na Amazônia de Puno no Peru (CIÊNCIA COMUNITÁRIA, 2020).

Figura 7 - Projeto Ciência Comunitária.



Fonte: Ciência Comunitária (2020).

Além disso, também utiliza um *Fieldkit* (FIGURA 8) de baixo custo para monitoramento da água na Bacia Amazônica. Seu funcionamento se dá por uma tecnologia de sistema modular com sensores de nível e qualidade da água e estações meteorológicas e aplicativos móveis conectados à internet para coleta, gerenciamento e disseminação de dados.

⁴⁴ Ciencia Ciudadana es un concepto usado para pensar la participación activa de ciudadanos en la producción de conocimientos científicos. Esa participación puede darse en varios niveles, pero siempre deben generar beneficios a la sociedad, para la ciencia y para los participantes. Cuando pensamos en el tamaño de la Cuenca Amazónica y en la diversidad de personas que viven en esa región, una idea de proyecto con la participación de científicos ciudadanos es muy oportuna. Muchas fuentes de datos e información serán necesarias para que entendamos las relaciones interconectadas sobre la Cuenca Amazónica. Millones de personas en la Amazonía realizan observaciones diarias que pueden ser valiosas para la ciencia, como, por ejemplo, los peces que pescan y los peces que compran en el mercado. Como dichos peces se comportan, qué les gusta comer y cuando están ovados. Entonces, se trabajamos junto a la gente, podemos generar datos sobre la cuenca y pensar en estrategias de conservación en la Amazonía. Una de las características de los proyectos de Ciencia Ciudadana es el uso de la tecnología para facilitar y estimular la participación de la gente. Internet ha contribuido mucho en ese sentido, ya que es en sí mismo una red de intercambio de información” (WCS, 2019).

Essa iniciativa tem por premissa descobrir as causas ambientais que podem estar relacionadas às migrações de peixes na Bacia Amazônica através dos parâmetros do nível e qualidade da água, condições climáticas. O *Fieldkit* compreende um aplicativo móvel para dispositivos Android e uma aplicação na internet que possibilita gerenciar as informações. A experiência piloto com o uso da tecnologia foi realizada na Colômbia, Peru, Brasil, Equador e Bolívia (FIELDKIT, 2020).

Figura 8 – Fieldkit.



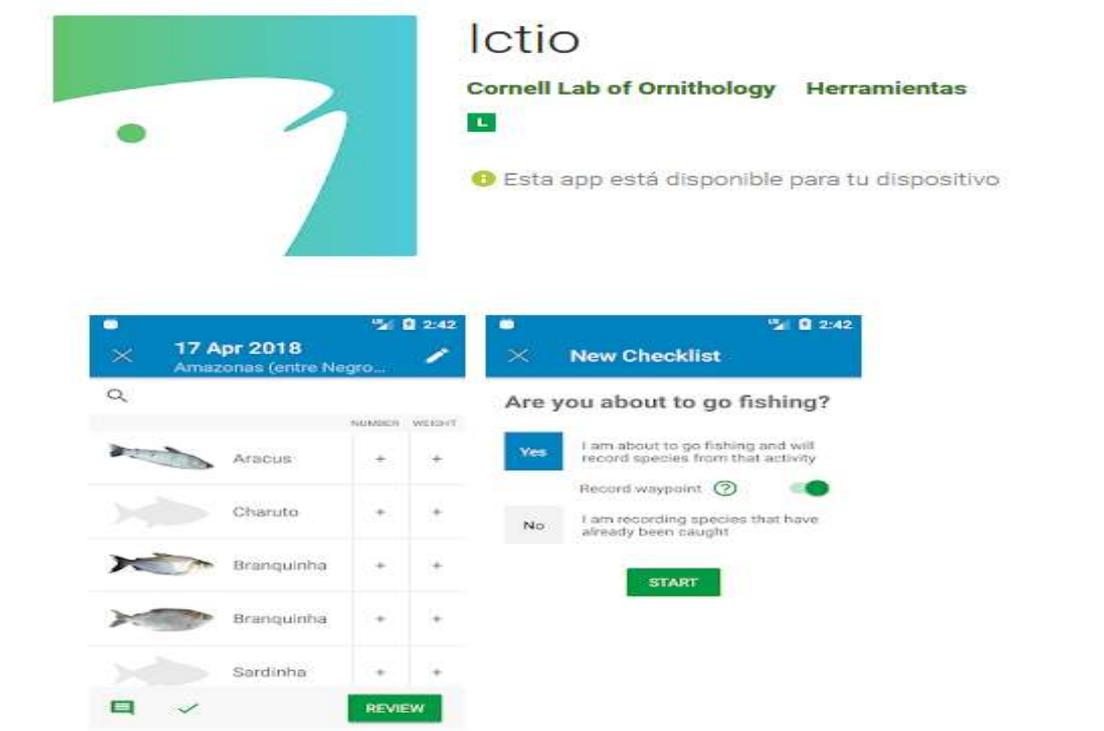
Fonte: Fieldkit (2020).

E por último, o projeto Ciência Cidadã também conta com o App *Ictio* (FIGURA 9) como uma estratégia de registro de observação de peixes na Amazônia. A aplicação e banco de dados sobre peixes migratórios se baseia na colaboração de populações tradicionais, incluindo indígenas, pescadores, manejadores, associações, estudantes, cientistas e professores (ICTIO, 2020). Para este último grupo, um projeto pedagógico denominado ‘Bacia Amazônica: Conectividade, Migrações e Ciência Cidadã’ foi produzido, no qual a Rede orienta sobre a importância da conectividade para a Bacia Amazônica, dos peixes e suas migrações e da pesca no cotidiano das populações. O documento aponta recursos para as atividades que podem ser realizadas nas disciplinas de Geografia, Ciências, Matemática e Linguagem, adaptadas de acordo com o interesse dos professores. O projeto pedagógico apresenta como resultados esperados ao fim das atividades: capacidade dos alunos em conhecer a diversidade comportamental e a biologia dos peixes amazônicos, com ênfase nos peixes migradores; habilidade em identificar atividades que transformam os ecossistemas aquáticos e afetam a

migração de peixes; competência para valorizar a atividade pesqueira e o conhecimento dos pescadores; reconhecer a importância do conhecimento produzido pela ciência; construir uma noção de conectividade, entendendo como diferentes seções da bacia, mesmo distantes, podem interagir e ser importantes para várias espécies de peixes e para as pessoas e capacidade em estabelecer uma postura crítica sobre as condições de conservação dos ambientes aquáticos (WCS, 2019).

Além dos três projetos distintos, a WCS fornece às instituições parceiras, instrumentos pontuais como o *Foldscope*, um microscópio de papel que possibilita, de maneira acessível, a ampliação de seres microscópicos e sua exploração científica.

Figura 9 - Interface da aplicação *Ictio*.



Fonte: *Ictio* (2020).

Na região do Baixo Amazonas em Santarém, Brasil, o App *Ictio* e o *Foldscope* foram implementados nas comunidades Aracampina e Aldeia Solimões para uso de estudantes das Escolas São Sebastião e Nossa Senhora das Graças, respectivamente, por meio da parceria entre as entidades Sociedade Para Pesquisa e Proteção Para o Meio Ambiente (SAPOPEMA), Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Projeto Saúde e Alegria e WCS.

5.2 Experiência piloto na aldeia Solimões e comunidade Aracampina

Em 2018, as tecnologias pertencentes ao Projeto Ciência Cidadã Para Amazônia foram testadas em experiência inédita desenvolvida na aldeia Solimões e comunidade Aracampina, através da participação de professores, diretores, pescadores e estudantes. Na região, a SAPOPEMA definiu os critérios de participação: jovens estudantes acima de 13 anos que estivessem cursando o oitavo ou nono ano do ensino fundamental e que fossem de família de pescadores. Já o público indiretamente atendido foi constituído por pescadores e pescadoras, pais de alunos, além de agentes educativos e gestores.

A primeira atividade foi realizada em 04 de julho de 2018 nas dependências da UFOPA (FIGURA 10), com a participação do Projeto Saúde e Alegria (PSA) – parceiro na execução do Projeto –, ICMBIO, TAPAJOARA (considerando que a comunidade de Solimões está dentro da Reserva Extrativista Tapajós/Arapiuns), representantes das duas escolas e de lideranças das duas comunidades. Durante o encontro foram apresentados o projeto, seu período de execução, orçamento, atividades previstas, técnicos responsáveis e metodologia de trabalho com o uso dos aplicativos.

Figura 10 - Reunião de apresentação do projeto às escolas em 04/07/2018.



Fonte: SAPOPEMA (2018).

O projeto foi apresentado às escolas em 20 de julho de 2018 (FIGURA 11), quando a equipe técnica composta por integrantes do PSA e SAPOPEMA promoveu a primeira reunião com as escolas de Solimões e Aracampina para apresentar o projeto e discutir os critérios de seleção dos jovens que participariam do Projeto com o uso do aplicativo, assim como socializar

as regras para a compra e uso dos equipamentos. Após os esclarecimentos e o parecer favorável dos presentes, foram acordados os critérios para escolha das pessoas que participaram diretamente na execução do projeto.

Figura 11 - Reunião de apresentação do Projeto Ciência Cidadã aos pais e alunos em 20/07/2018.



Fonte: SAPOPEMA (2018).

A terceira atividade promovida pela instituição em 6 de agosto de 2018 (FIGURA 12), nos altos do Mercado 2000⁴⁵ e na feira do Pescado⁴⁶, foi a capacitação para monitoramento com professores, diretores das escolas, alunos e líderes das comunidades. A oficina iniciou com o nivelamento das atividades previstas no projeto, seus objetivos e a importância da experiência para as comunidades adotando uma metodologia que contribuiu para a formação de lideranças, através dos alunos nas atividades de monitoramento. Na ocasião, cada comunidade se reuniu separadamente para planejar os dias, horários e critérios adotados na escola para o uso dos equipamentos. Após a assinatura de todos os instrumentos de controle e cessão de uso dos equipamentos, foi feita a entrega dos mesmos. Cada escola recebeu quatro celulares e um computador.

⁴⁵ É o principal centro de abastecimento do Baixo Amazonas, com comercialização de peixes, carnes, ervas, frutas e verduras. Seu complexo está localizado na avenida Tapajós, no bairro de Fátima em Santarém-PA.

⁴⁶ Espaço de comercialização de peixes e verduras, localizado na avenida Tapajós em Santarém-PA.

Figura 12 - Oficina realizada em Santarém em 06 de agosto de 2018.



Fonte: SAPOPEMA (2018).

Em 29 de agosto de 2018, técnicos participaram de uma reunião comunitária na comunidade Aracampina, onde foi discutida pela associação de moradores a pauta de avaliação do andamento do projeto, pois, alguns pais apresentaram questionamentos quanto à participação de alunos no projeto, visto que alguns jovens já haviam concluído o ensino médio.

Em 7 de setembro de 2018 (FIGURA 13), a escola Nossa Senhora das Graças da aldeia Solimões promoveu uma atividade educativa para resgatar a história da aldeia, seus costumes e tradições. A iniciativa partiu dos professores e alunos participantes do projeto Ciência Cidadã que resolveram fazer uma pescaria para um almoço comunitário. Além das atividades educativas, o evento proporcionou uma roda de conversa com os moradores mais idosos da comunidade e um encontro na escola entre os alunos e professores da escola e professores da UFOPA. No encontro informal, os alunos relataram como estão fazendo o monitoramento das espécies e quais as lições que o projeto estava lhe proporcionando.

Figura 13 - Encontro promovido em 07 de setembro de 2018 na aldeia Solimões em Santarém-PA.



Fonte: Sapopema (2018).

No primeiro ano da experiência piloto, percebeu-se que os critérios de seleção dos sujeitos deveriam ser revistos para se adequar a realidade de cada comunidade, a exemplo dos critérios iniciais. Nesse caso, além de jovens acima de 13 anos cursando o oitavo e nono anos, também foram incluídos pescadores e pescadoras pais desses alunos, dois professores de cada escola, e seus respectivos diretores. Na comunidade de Aracampina, as condições físicas e geográficas da localização da escola também limitaram o uso dos equipamentos e o acesso às redes pelo fato da instituição se localizarem em lugares muito distantes de redes e antenas de transmissão. Outra consideração feita na avaliação anual do projeto foi a impossibilidade de compartilhamento dos aparelhos, uma vez que o uso dos celulares por mais de um aluno implicou na desconfiguração do aplicativo.

Nos dias 16 e 17 de janeiro de 2019, foi realizado um curso de ecologia aquática, biodiversidade de peixes e levantamento de áreas de pesca. Participaram do encontro 31 pessoas em Solimões e 12 em Aracampina, abrangendo representantes das instituições SAPOPEMA, PSA, professores, alunos e lideranças das localidades.

No mês seguinte, em 22 de fevereiro de 2019 (FIGURA 14), foi realizado treinamento para capacitação no uso *Foldscope* na UFOPA, que contou com a participação de 15 pessoas. O treinamento reuniu estudantes e professores das comunidades de Aracampina no rio Amazonas e aldeia Solimões no rio Tapajós para testar o *Foldscope Instruments* (microscópio de origami) para monitorar a qualidade da água em locais de pesca. Para essa atividade foram selecionados oito alunos do ensino fundamental e médio nas duas localidades. Além de determinar a presença de patógenos, as coletas nos locais de pesca serviriam para caracterizar a produtividade primária nos ambientes aquáticos usados para pesca.

Figura 14 - Capacitação para uso do *Foldscope* em 07 de fevereiro de 2019.



Fonte: SAPOPEMA (2019).

Os meses de março e abril foram destinados ao intercâmbio de experiências entre a aldeia Solimões e comunidade Aracampina. Em 28 de março de 2019 (FIGURA 15), foi realizado encontro para restituição e validação dos dados do monitoramento realizado no aplicativo *Ictio* na comunidade de Aracampina com participação de 41 pessoas. No intercâmbio foram apresentados dados da coleta na comunidade com os seguintes resultados obtidos durante os meses de julho a novembro: 25 espécies capturadas, 281 indivíduos em um total de 20 registros. Os meses que apresentaram a maior captura e variedade de espécies foram agosto e setembro, por coincidirem com o verão na várzea do Baixo Amazonas. Normalmente nessa época a atividade pesqueira é mais intensa, coincidindo com o período que cardumes de peixes migradores, como Piramutaba, atravessam o rio Amazonas. Nesta fase a maioria dos lagos

fecham suas bordas, impedindo que os peixes retornem para esses ambientes, o que facilita a pesca. Já nos meses de outubro e novembro, há brusca redução na captura de pescado. Um dos motivos se deve ao fato de que nesse período cerca de oito espécies de peixes comerciais estão protegidas pela portaria do defeso reprodutivo⁴⁷, restringindo assim sua captura e comercialização. Esses dados evidenciam que a comunidade tem respeitado o referido componente da legislação ambiental.

Figura 15 - Atividade de devolutiva dos dados em Aracampina em 28 de março de 2019.



Fonte: SAPOPEMA (2019).

A mesma restituição foi realizada em 18 de abril de 2019 na aldeia Solimões, com a participação dos estudantes e professores de Aracampina na dinâmica do intercâmbio. Participaram 76 pessoas, entre as quais figuram representações das instituições SAPOPEMA, estudantes do curso de Ciências Econômicas da UFOPA, lideranças, professores e alunos da comunidade Aracampina e Aldeia Solimões.

⁴⁷ A portaria do defeso do IBAMA de número 48/2007, proíbe a pesca, transporte e comercialização das espécies pacu, jatuarana, mapará, pirapitanga, aracu, curimata, fura calça e branquinha no período de 15/11 à 15/03.

Os dados apresentados apontam que durante os meses de julho de 2018 a fevereiro de 2019, 14 espécies foram registradas, com total de 1.002 indivíduos em 62 registros. As informações apontaram que o mês de fevereiro de 2019 apresentou maior registro, quando 510 indivíduos foram capturados. Além dessa socialização de dados, um representante de cada comunidade foi selecionado para participar de um encontro no município de Tefé no Amazonas para partilhar experiências com integrantes da Rede por meio do Instituto Mamirauá⁴⁸. O intercâmbio foi realizado no período de 3 a 6 de abril de 2019 no Centro de Treinamento Irmão Falco (FIGURA 16). O foco principal de debate se concentrou no uso do recurso tecnológico de monitoramento do processo migratório de espécies pesqueiras. Nas diferentes regiões, experiências e desafios encarados pelos jovens pesquisadores voluntários no projeto circularam entre diferentes locais atendidos pelo projeto (BONFIM, 2019).

Figura 16 - Encerramento do intercâmbio em Tefé, Amazonas.



Fonte: SAPOPEMA (2019).

No mês de maio de 2019 (FIGURA 17), foi realizada nas dependências da UFOPA uma oficina de avaliação das atividades executadas para encerramento da experiência piloto. Durante o encontro, os coordenadores explicaram sobre a metodologia participativa adotada no processo, desde a concepção à consulta nas comunidades-alvo, como deveria ser feita restituição atualizada dos dados recentes do monitoramento realizado por alunos com uso do

⁴⁸ Unidade de pesquisa criada em abril de 1999 com atuação na região do Médio Solimões Amazonas por meio de programas de pesquisas, manejo de recursos naturais e desenvolvimento social. Ver <https://www.mamiraua.org.br/>

app *Ictio*. Após o encontro, foi solicitado aos alunos e professores da Aldeia Solimões e comunidade Aracampina que respondessem a uma avaliação por escrito sobre o impacto que o projeto causou em suas comunidades.

Figura 17 - Encerramento da experiência piloto.



Fonte: SAPOPEMA (2019).

Em junho, um novo intercambio promovido pelo Instituto Ecoporé⁴⁹ foi iniciado com a participação de um estudante em Porto Velho, Rondônia. Neste mês, apesar do encerramento da fase piloto, os participantes do projeto da aldeia Solimões anunciaram a interesse em continuar utilizando, por conta própria, os recursos de monitoramento das espécies de peixes e do microscópio para avaliar a qualidade da água. Em julho, a SAPOPEMA foi convidada para integrar a Rede de proteção aos peixes migradores coordenada pela WCS, por meio de um encontro *online*. A partir de setembro de 2019, as instituições começaram a reunir recursos para viabilizar a continuidade do projeto (FIGURA 18).

⁴⁹ Ação Ecológica Guaporé – Ecoporé foi fundada em 1988 devido a preocupação com o modelo de desenvolvimento territorial. Suas ações são relacionadas à pesquisa, educação, proposições e implementação de políticas públicas, articulações interinstitucionais, representatividade em espaços de controle social, desenvolvimento socioeconômico e conservação da biodiversidade amazônica. Detalhes em <https://ecopore.org.br/>

Figura 18 - Atividades realizadas pelo Projeto Ciência Cidadã em Santarém (julho de 2018 a setembro de 2020).



Fonte: Autora (2020).

Convém ressaltar que esta pesquisa tem como recorte a experiência piloto encerrada em maio de 2019 e, portanto, o registro de atividades posteriores não será considerado para fins de análise de conteúdo. Porém é válido comentar que em janeiro de 2021, a WCS disponibilizou recursos financeiros e materiais para continuidade do Projeto Ciência Cidadã na região do Baixo Amazonas. Executora da referida iniciativa, A SAPOPEMA considerou ampliar a experiência para outras comunidades, além de manter Aracampina e Solimões dentro do escopo de atuação. Diante disso, decidiu-se promover o projeto de educação ambiental com uso das tecnologias *Ictio* em cinco comunidades manejadoras⁵⁰ de pirarucu da região do Tapará: Costa do Tapará, Tapara Miri, Santa Maria, Tapará Grande e Pixuna do Tapará. Todas elas integrarão

⁵⁰ O termo ‘comunidades manejadoras’ implica no manejo – um procedimento pelo qual, comunidades organizadas promovem a conservação dos recursos naturais para a sobrevivência dos mesmos para as futuras gerações. No caso das regiões do Tapará, o manejo do pirarucu se destaca como iniciativa no Estado do Pará. Os pescadores além de cumprir o período do defeso da espécie, realizam procedimentos, tais como vigilância nos lagos para coibir pesca predatória, não capturam peixes em tamanho menor que um metro e meio e realizam contagem para estabelecer o quantitativo total de unidades capturadas (SAPOPEMA, 2020).

as dinâmicas de capacitação para coletas e oficinas previstas para as próximas ações planejadas, conforme etapas definidas em cronogramas acordados com a Secretaria Municipal de Educação de Santarém, que passou a integrar o projeto nesta nova fase e que acenou positiva à adoção de estratégias descritas como método para promover a educação ambiental nas escolas das regiões de rios, estabelecendo uma parceria que pode representar a efetivação de novos caminhos para as políticas públicas e educacionais do município.

Quadro 6 – relação de escolas envolvidas no Projeto Ciência Cidadã no Oeste do Pará em 2021.

COMUNIDADE	NOME DA ESCOLA	Nº FAMILIAS	Nº ALUNOS	SERIES	CALENDÁRIO ESCOLAR
Costa do Tapará-VARZEA	São Benedito	265	279	Pré I ao 9º Ensino Médio	Diferenciado
Tapara Miri-VARZEA	Dom Pedro I	85	41	Pré I ao 9º ano	Diferenciado
Santa Maria-VARZEA	Coração de Maria	72	44	Pré I ao 9º Ensino Médio	Diferenciado
Tapará Grande-VARZEA	São Jorge	154	108	Pré I ao 9º Ensino Médio	Diferenciado
Pixuna do Tapará-VARZEA	Nossa Senhora Aparecida	84	44	Pré I ao 9º ano	Diferenciado
Aldeia Solimões-TAPAJÓS	Nossa Senhora das Graças	50	65	Pré I ao 9º ano	Regular
Suruacá-TAPAJÓS	João Franco Sarmento	130	119	Pré I ao 9º Ensino Médio	Regular
Parauá-TAPAJOS	Frei Marcos	275	203	Pré I ao 9º Ensino Médio	Regular

Fonte: SEMED (2021)

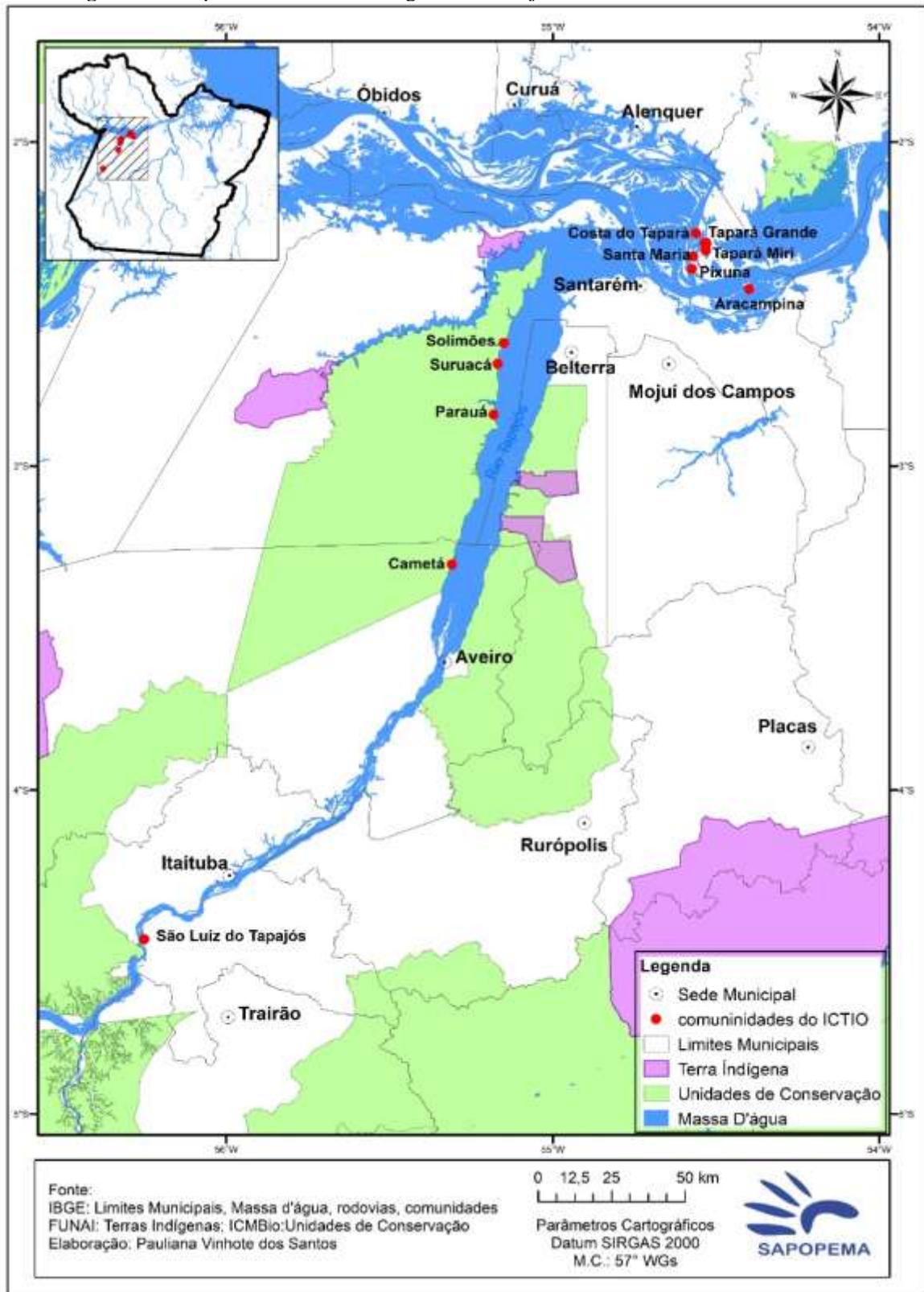
O primeiro compromisso desta nova etapa ocorreu em 24 de março de 2021, de forma virtual e reuniu quinze representantes de instituições parceiras, como a SEMED, Colônia de Pescadores Z-20, Movimento dos Pescadores e Pescadoras do Baixo Amazonas (MOPEBAM), além dos professores e diretores das escolas envolvidas. O contato inicial teve o objetivo de anunciar as novas ações do projeto e pactuar datas para as atividades. Além das referidas comunidades, a integração do *Ictio* será promovida por novos financiadores e executores⁵¹ em localidades do Rio Tapajós: São Luiz do Tapajós, Cametá, Parauá, Suruacá. Desse modo, o aplicativo utilizado em duas comunidades em Santarém (QUADRO 6), passa a ser utilizado por

⁵¹ Um acordo de cooperação entre a The Nature Conservancy Brasil (organização internacional, sem fins lucrativos, líder na conservação da biodiversidade e do meio ambiente) e o Mopebam, possibilitará continuidade do uso do *Ictio* em Solimões e início em São Luiz do Tapajós, Cametá, Parauá, Suruacá,

estudantes e pescadores de outras nove comunidades, sendo sete no município de Santarém, uma em Itaituba e outra na cidade de Aveiro.

O quadro acima, apresenta a relação de escolas a serem envolvidas na nova etapa do Projeto Ciência Cidadã em 2021-2022, com o respectivo número de famílias moradoras das comunidades, de alunos matriculados no educandário, os níveis de ensino neles ofertados e o modo de execução do calendário escolar – que, no caso das comunidades ribeirinhas, ocorre de forma diferenciada de acordo com o período de cheia-vazante na várzea. O mapa a seguir localiza as comunidades participantes do projeto no município de Santarém, Aveiro e Itaituba, integrantes do projeto a partir de 2021 (FIGURA 19).

Figura 19 - Mapa de comunidades integrantes do Projeto Ciência Cidadã no Pará em 2021.



Fonte: SAOPEMA (2021).

5.3 Aspectos geográficos e culturais do locus da pesquisa

Após apresentação deste processo, considera-se importante apresentar particularidades sobre os contextos da pesquisa. Como já foi mencionado, a aldeia Solimões está localizada na região da Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns⁵² em Santarém. Ela é uma das 74 comunidades da Resex (CEAPS, 2015), estando entre as vinte e três comunidades indígenas presente no território – nomeadas como terras indígenas reivindicadas. A história do povo Kumaruara da Aldeia Solimões é marcada por lutas, resistência e discriminação étnica e racial. A comunidade surgiu com a primeira, a qual foi sucedida por outras seis famílias que ocuparam e deram origem a aldeia na qual residiam em casas de bambu, barro e palha. Sem muitos recursos, os moradores dormiam em colchões de palha, vestiam roupas de sacas plásticas e utilizavam panelas à base de barro. A alimentação era baseada na caça e na pesca compartilhada entre todos os moradores, prática esta que permanece até os dias atuais. Apesar da existência de moradores indígenas, até 2009 a aldeia Solimões era classificada como uma comunidade não étnica. Em 25 de maio desse ano, foi realizada uma assembleia com os moradores para decidir se Solimões permaneceria comunidade ou voltaria às origens culturais que corriam risco de esquecimento, efetivando-se aldeia. Na ocasião, foi lavrada e aprovada uma ata contendo a identificação do povo Kumaruara, além da eleição do Cacique Leonoir Melo e da pajé Suzete Matos. O termo Kumaruara derivou da vasta plantação de cumaru⁵³ considerada pelos povos indígenas como uma planta forte e resistente.

Já o nome da aldeia se consolidou como Solimões porque na época de implantação, os moradores que possuíam o terreno o “batizaram” com um nome de sua escolha. Um morador chamado Anastácio deu o nome de Solimões, e assim ficou. Solimões possui atualmente 44 famílias, distribuídas em três bairros: Paciência, Recreio e Pororoca. Também conta com uma igreja católica, duas escolas, um campo de futebol, um cemitério, uma sede comunitária, um chapéu comunitário de palha⁵⁴ que serve para reuniões e programações da aldeia.

A principal via de acesso à aldeia se dá por meio fluvial através de barcos que saem de Santarém (ICMBIO, 2014). Antigamente, os moradores tinham grandes dificuldades logísticas ao se deslocarem para a região urbana do município, pois não existiam barcos de linha para fazer o transporte até aquela localidade. Com isso, os moradores de Solimões contavam com a

⁵² A Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns é uma das maiores Unidades de Conservação do Brasil, criada pelo Decreto de 06 de novembro de 1998, com área total de 647.610 hectares (BRASIL, 1998).

⁵³ Planta nativa da Amazônia (*Dipteryx odorata*) aromática e medicinal.

⁵⁴ Local rústico, construído no formato de um chapéu, coberto de palha, que serve de abrigo e moradia nas comunidades da Amazônia.

ajuda do vento para se deslocar de canoa à vela, estendendo a quatro dias a viagem para Santarém.

Nos primórdios da aldeia, os moradores sobreviviam da venda de seringa, breu e farinha, bem como a pesca para subsistência, feita na época com uso de arpão, linha americana de algodão, talas, piraqueira⁵⁵, zagala⁵⁶ e timbó-planta (extrato venenoso tirado da raiz) em seis lagos principais: Bacabau, Ici, Aramum, Baleia, Camarão e Muiucu. As práticas desenvolvidas constituem-se como atividades tradicionais repassadas de geração a geração (uma espécie de ciência local), assim como os princípios voltados à proteção da floresta (CEAPS, 2015). Apesar disso, o ICMBIO (2014) caracteriza a economia da região como frágil e baseada em atividades extrativistas, artesanais e turísticas.

De acordo com os dados do Levantamento de Beneficiários/2009, a média de renda mensal das famílias entrevistadas gira em torno de R\$ 275,00. No entanto, foram declaradas rendas de desde R\$10,00 mensais até R\$1.650,00, o que reafirma aquela condição de extrema pobreza de boa parte da população. A produção econômico/monetária da RESEX Tapajós-Arapiuns é, na verdade, bastante variável, uma vez que pouco mais de 10% das famílias contam com uma renda fixa (LB/2009), excetuando-se as bolsas. Em geral, essa parcela da população se encontra na situação de funcionários públicos, aposentados e pensionistas e um pequeno grupo de empregados com e sem carteira assinada. Os principais setores produtivos da UC se ligam a agricultura e pecuária, pesca, extrativismo, artesanato e turismo. Algumas destas atividades são sazonais e se complementam no decorrer do ano. (ICMBIO, 2014, p. 86).

Este documento define ainda a pesca como atividade universal nas comunidades da Resex, e por isso, elas próprias estabelecem acordos de pesca coletivos, definindo regras para o uso dos recursos pesqueiros nos lagos e rios da região. Por esse motivo, se tornam frequentes conflitos com invasão de pescadores oriundos de outras áreas. Uma forte característica da comunidade desde sua instalação é a prática de trabalhos coletivos, por meio de puxiruns (mutirões) para limpeza da comunidade, instalação de sistemas, rituais indígenas, preparo de bebidas e etc.

Dentro dos puxiruns existiam líderes como: Capitão, Feitora e Aguadeira. O Capitão liderava os homens; a Feitora liderava as mulheres, a Aguadeira, por sua vez, distribuía o cachara para os trabalhadores. Como era de costume, antes dos trabalhos, o Capitão tirava um homem para amolar as ferramentas, enquanto os trabalhadores davam uma descansada. Suas ferramentas eram o terçado e o machado. Havia também o castigo, que era um dos costumes do povo nos puxiruns. Se um trabalhador deixasse algum cerrado em pé, o Capitão e a Aguadeira davam um castigo a ele. Mas antes de aplicar o castigo, o Capitão chamava a Aguadeira e dizia a ela: DERENHÉ, ou seja, a Aguadeira tinha que beber o cachará antes do castigado, e só depois, ela dava o "troco dizendo ao Capitão: INDEKA, Capitão teria que beber a quantidade de cachara que a Aguadeira determinasse a ele (SANTARÉM, [201-], p.1).

⁵⁵ Facho de lamparina denominado usado no período noturno para pescar peixes utilizando a mira.

⁵⁶ "Haste compacta cuja na extremidade apresenta um artefato de metal com duas ou três pontas para segurar à presa" (ALMEIDA, 2013).

Em relação à água e saneamento, a região possui um histórico problemático de doenças de veiculação hídrica, em boa medida, devido ao consumo de água contaminada, seja por cacimbas ou pelo rio. Entretanto, em 2017, a região foi contemplada com um projeto de abastecimento de água movido à energia solar.

O projeto foi implantado em mutirões com os moradores e contou como apoio do Projeto Saúde e Alegria (PSA) em parceria com o ICMBio, Tapajoara e o Instituto de Energia e Ambiente (IEE/USP), o microssistema de Solimões é o primeiro feito na Amazônia usando um modelo solar flexível que dispensa a necessidade de baterias, mas garante uma alternativa de uso de diesel em caso de necessidade (G1, 2017).

Quanto ao acesso à internet, conforme apresentado na seção 1, devido ao contexto de exclusão digital, a comunidade foi contemplada com o programa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação através do Departamento de Inclusão Digital. Na área da aldeia Solimões, foi instalado um ponto de acesso à internet com velocidade de 10Mbps no telecentro. Segundo dados do MCTI, Solimões está entre as 66 unidades atendidas em Santarém, equivalendo a 31,34% dos acessos relacionados em ambientes de telecentros. Entretanto, segundo a comunidade, desde 2019 o telecentro não está mais funcionando por falta de manutenção nas baterias que alimentam as placas fotovoltaicas do sistema e por este motivo, o educandário não consegue oferecer acesso à internet para trabalhos escolares dos alunos.

No quesito educação, a comunidade abriga a Escola Municipal Nossa Senhora das Graças (FIGURA 20) que está entre as 57 escolas da região do Arapiuns. É cadastrada como escola da zona rural e possui transporte escolar público (voadeira⁵⁷). Em relação às instalações disponíveis nas dependências da escola, são inexistentes: biblioteca, laboratório de informática, laboratório de ciências, sala de leitura, quadra de esportes e sala de atendimento especial. A escola foi fundada em 1960 em um barracão comunitário. Segundo relatos dos moradores mais antigos da aldeia, antes da efetivação de professores por parte da Secretaria Municipal de Educação (SEMED), pais e padres pagavam professores particulares para que educassem (alfabetizassem) as crianças da aldeia.

A primeira professora a lecionar era de Santarém, contratada pelo Sr. Anastacio, que a remunerava para dar aula aos seus filhos em sua própria residência. Com o passar do tempo, essa mesma professora passou a lecionar para as outras crianças da comunidade, em uma casa coberta de palha e piso de barro batido, porém, sem paredes. Os alunos sentavam em bancos e mesas improvisados, tetos por seus próprios pais. Mas foi só a partir de 1960, que uma professora passou a lecionar definitivo na Comunidade, que foi a Sra. Neuza Farias da Costa, que iniciou as aulas nesse mesmo ambiente escolar no dia 03 de março, com 46 alunos de 1 a 4 séries (SANTARÉM, [201-], p.3).

⁵⁷ Embarcação de pequeno porte, estrutura de alumínio, movida à motor.

A escola nesta época atendia, além das crianças de Solimões, moradores de Capixauã, Pedra Branca e Carão com apenas uma professora paga pelo Frei Ivo, pároco da Vila de Boim, que lecionava em uma casa coberta de palha e piso de barro batido, sem parede. Também não havia merenda escolar. Os alunos levavam de suas casas peixe, carne, farinha, beijus para a hora das refeições. O ano de 1963 representa um marco para os moradores da aldeia, pois a escola foi oficializada pela SEMED de Santarém e passou a se chamar Nossa Senhora das Graças. Nesta, considerada sua segunda fase, a escola foi instalada em um barracão, coberto de palha com paredes de madeira e chão batido, onde atualmente funciona a sede da aldeia. Em 1999, a escola começou a ser construída em alvenaria, na rua 13 de Maio, bairro Pororoca, atendendo o público da educação infantil ao 9º ano do ensino fundamental, além do ensino modular de 1º ao 3º ano do ensino médio, tendo por diretora Aurenice Costa, pedagoga, filha da terra (SANTARÉM, [201-]).

Figura 20 - Escola Nossa Senhora das Graças, Aldeia Solimões em Santarém-PA.



Fonte: SAPOPEMA (2019).

Atualmente (janeiro de 2021), a escola é gerida pela SEMED, que inaugurou o prédio em 2014. Neste novo espaço, há salas específicas para atender os alunos do ensino modular indígena, estrutura física considerada boa pela comissão gestora da unidade, água encanada, acesso ao microsistema e gerador de energia. O educandário possui atualmente 62 alunos matriculados da educação infantil ao nono ano, com a oferta de oito turmas, sendo quatro no turno da manhã e quatro no turno da tarde. Em se tratando de recursos humanos, possui

dezenove servidores (professores, secretaria, diretora, vigias, serventes e piloto do transporte escolar). A escola atende ao público da Solimões e mais três aldeias vizinhas da etnia Kumaruara, Araçazal, Vista Alegre do Capixauã e Mapirizinho. Os estudantes dessas regiões são transportados em uma voadeira que os conduz diariamente de suas respectivas regiões para a escola, além fazer o trajeto contrário. Apesar da estrutura física considerada satisfatória, durante a pesquisa ouviu-se relatos sobre a dificuldade de acesso à internet, mesmo com a presença de um telecentro vinculado ao programa GESAC. Por conta da danificação de onze baterias que alimentavam as placas solares do telecentro, os onze computadores e o sistema de internet estão desativados desde 2019.

Já a comunidade Aracampina surgiu oficialmente em meados do século XIX (GAMA, 2016). A história da comunidade possui relatos de que já no início do século XIX, moravam cinco famílias que viviam da produção agrícola de pequena escala com plantios de mandioca, banana, cana-de-açúcar, melancia, manga, cacau e juta e pesca artesanal de pirarucu e o tambaqui, usando apenas arco e flecha, tarrafa⁵⁸, espinhel, arpão e caniço. As principais espécies capturadas nos lagos, inclui Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Acara-açu (*Astronotus crassipinnis*), Acari (*Liposarcus pardalis*) Tucunaré (*Cichla* spp), Mapará (*Hipophthalmus* spp.) Aruanã (*Osteoglossum bicirrhosum*), Aracu (*Leporinus freiderici*), Pescada (*Plagioscion* spp), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e fura-calça (*Pimelodina flavipinnis*). No Rio Amazonas as espécies mais pescadas são Filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*) e Dourada (*Brachyplatystoma flavicans*). Também realizavam puxiruns para prática de roçados e aterros de barro para a construção de casas. Em 1923, uma grande enchente destruiu as plantações e residências, causando estragos e grandes prejuízos aos comunitários. Nesta fase, o único meio de locomoção eram canoas movidas a vela e remo. Só em 1947, surgiu o primeiro barco movido a motor.

Aracampina também possui influência religiosa. A primeira missa foi celebrada na casa de um morador identificado como Inácio Jacinto Coelho, onde, após a celebração religiosa, foi realizada uma reunião, e em seguida planejada a construção da capela e determinando o padroeiro: o Santo São Sebastião. A primeira missa realizada na capela ocorreu em 1953, conduzida por Frei Mario.

Segundo os moradores, a comunidade possui descendências indígenas, pois já foram encontrados muitos vestígios desses povos, como cerâmica e artefatos característicos de

⁵⁸ É uma rede de pesca no formato circular e que possui pesos distribuídos em torno de toda a circunferência da malha. O pescador a arremessa com as mãos, de maneira que a tarrafa se abra o máximo possível antes de cair na água para que capture o peixe.

diferentes etnias. A comunidade apresenta uma trajetória marcada pela forte organização e mobilização coletiva, possuindo vários grupos que interagem com atividades de cunho religioso, educacional, econômico e entidades civis.

Figura 21 - Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental, São Sebastião, comunidade Aracampina.



Fonte: SAPOPEMA (2019).

À medida que a população cresceu, acentuou-se a necessidade de implantação de uma escola. Na época em que não existiam professores, nem escolas, as crianças aprendiam exclusivamente com os pais. A primeira professora chegou só em 1942, Eunice Conceição Coelho, que era paga pelos próprios genitores dos alunos. Trinta anos depois, surgiu a Escola Municipal de Ensino Fundamental São Sebastião (FIGURA 21), fundada em no dia 02 de fevereiro do ano de 1972 – assim nomeada em homenagem ao padroeiro da comunidade. O educandário teve como sua primeira educadora a professora Raimunda Silva Coelho. Em 1999, a instituição foi anexada à Escola Municipal de Ensino Fundamental União Santana localizada na Comunidade de Santana do Ituqui e por necessidade foi desmembrada 2006, sendo credenciada pelo parecer N° 523/2006-CEE⁵⁹. Em 2015, foi autorizado o funcionamento da Educação Infantil por dois anos e do Ensino Fundamental por três anos. Em 2017, foi incorporada à Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental Quilombo São José (SANTARÉM, [201-]).

⁵⁹ Conselho Estadual de Educação.

Como já foi mencionado, a instituição de ensino não possui suporte de acesso à internet. O meio de comunicação mais usado é um telefone fixo do tipo orelhão⁶⁰ instalado nas dependências da unidade. Os moradores sentem muita dificuldade para acessar sinal telefônico para ligações e envio de mensagens por aparelho celular. Há um único local, na frente da comunidade, a cerca de quinze metros do rio Amazonas onde se consegue conexão, desde que, o celular esteja em uma espécie de “gambiarra” desenvolvida pelos moradores: uma garrafa plástica, com areia e brita (FIGURA 22). Segundo os comunitários, o acesso à internet funciona desta maneira e nesta exata localização. Essa é a principal maneira pela qual conseguem se comunicar com quem está na área urbana.

Figura 22 - Tecnologia desenvolvida pelos comunitários para acesso à internet.



Fonte: Autora (2020).

A energia elétrica é inexistente na região. Para usar computadores, carregar aparelhos celulares e conservar alimentos a escola utiliza o gerador movido a combustível que fornece a energia estas e outras atividades. A principal atividade econômica é baseada na atividade pesqueira. Os referidos moradores estão organizados a partir da Colônia de Pescadores Z-20, associação em que se constituem núcleos de base das respectivas regiões⁶¹. A partir da organização nesses núcleos, são instituídos coordenadores eleitos pela própria comunidade.

⁶⁰ Telefone de Uso Público lançado na década de 1970 no Brasil.

⁶¹ A Colônia de Pescadores Z-20 é uma entidade representativa dos pescadores que em 2020 celebrou cem anos de atividades, possuindo 106 núcleos de base.

Mensalmente, eles se reúnem para discutir questões de conflitos de pesca, conservação dos lagos, cumprimento dos acordos de pesca, legislação, seguro-defeso, dentre outros temas de interesse dos comunitários. Atualmente residem na comunidade 64 famílias em 58 casas. Há 67 pescadores cadastrados na Colônia de Pescadores Z-20.

5.4 Aplicativo *Ictio*

Uma das ‘soluções inovadoras’ implementadas pelo Projeto CCPA é o aplicativo *Ictio*⁶², desenvolvido pelo Laboratório de Ornitologia Cornell⁶³ em colaboração com a *Wildlife Conservation Society*. A aplicação e banco de dados foram criados para uso por populações indígenas, pescadores, grupos de manejo, associações e cientistas. Por meio do app, busca-se entender o processo migratório de peixes na bacia amazônica e os fatores ambientais que influenciam essas migrações. Para tanto utiliza-se uma metodologia participativa, onde usuários realizam cadastro após baixar a plataforma na *Google Play*⁶⁴, podem informar listas de pesca com definição de espécies capturadas, local de pesca, peso e quantidade (ICTIO, 2020). A partir dessas informações, dados são gerados para a plataforma, possibilitando análise coletiva das espécies que passam por quais regiões, dentre outras coisas (FIGURA 23). Na perspectiva de possibilitar abordagem da ciência cidadã, o projeto defende que busca “abordar as lacunas de informação para a conservação na Amazônia, reduzir drasticamente o custo de coleta dessas informações e capacitar os cidadãos como guardiões dos ecossistemas aquáticos” (ICTIO, 2020).

Esta ausência de dados sobre processos migratórios de espécies de peixes, contribui para o gerenciamento inapropriado dos recursos pesqueiros. Entender aspectos relacionados aos impactos gerados pelo desenvolvimento de infraestrutura e pela pesca excessiva, pode colaborar para decisões de políticas públicas que possam mitigar essas consequências.

A situação em larga escala espacial é agravada pela ausência de modelos ecológicos confiáveis e pelo limitado monitoramento por parte das instituições governamentais. Diante desse desafio, a ciência cidadã pode suprir essa lacuna de informação e ao mesmo tempo empoderar os povos da região. Milhões de pessoas na Amazônia fazem observações diárias que podem ser valiosas para a ciência, como, por exemplo, os peixes que pescam e os peixes que compram no mercado. Ao contar com os cidadãos, podemos gerar dados sobre a bacia, além de criar caminhos para que indivíduos e grupos de cidadãos possam contribuir para a ciência e para a conservação na

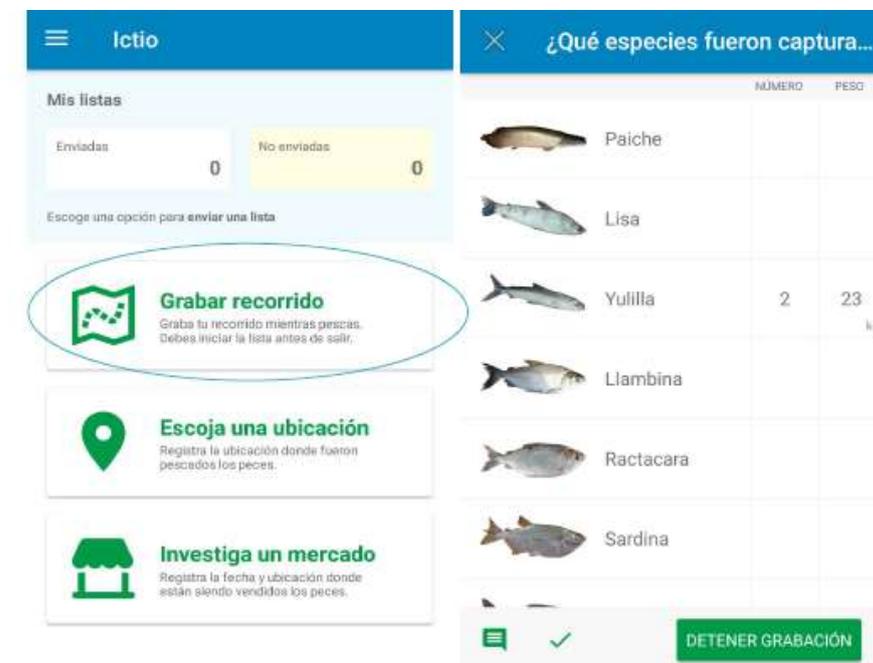
⁶² “*Ictio* é um prefixo utilizado em várias palavras no português. Ele vem da palavra grega *ikhthus*, que significa peixe” (CIÊNCIA, 2018).

⁶³ Cornell Lab of Ornithology é uma unidade da Universidade de Cornell em Ithaca, Nova Iorque, que estuda as aves e outros animais selvagens. Acessar: <https://www.birds.cornell.edu/home/>

⁶⁴ Serviço de distribuição digital de aplicativos desenvolvido pela Google. Disponível em <https://play.google.com/store/apps>

Amazônia, permitindo que a tomada de decisões esteja mais pautada pela realidade de campo (CIÊNCIA, 2018, p. 02).

Figura 23 - Lista de peixes migradores no aplicativo *Ictio*.



Fonte: WCS (2018).

De acordo com WCS (2018), a Bacia Amazônica tem a maior biodiversidade de peixes do mundo, com presença de cerca de 2.400 espécies. Algumas destas apresentam migrações em água doce mais longas do mundo, viajando mais de 4.000 quilômetros por trajeto. Essenciais para a segurança alimentar e o desenvolvimento econômico na região, as espécies migratórias representam mais de 80% da captura de peixes na Amazônia.

Até março de 2021, foram realizados mais de mil downloads da aplicação na loja de aplicativos. O uso da tecnologia no Brasil, Equador, Estados Unidos, Colômbia, França, Peru e Bolívia é conduzido pelas instituições ProNaturaleza, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Institute for Global Environmental Strategies, Earth Innovation Institute, FAUNAGUA, Institut de Recherche pour le Développement, Universidad de Ingeniería y Tecnología, Laboratório de Ornitologia de Cornell, Florida International University, Conservify, Instituto Mamirauá, Instituto del Bien Común, San Diego Zoo Global, Fab Lab Perú, Ecoporé, SAPOPEMA, Universidad San Francisco of Quito, Rainforest Expeditions, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Instituto Sinchi, ACEER, CINCIA, e Fundación Omacha nos respectivos territórios (MAMIRAUÁ, 2018).

No Brasil, além de Santarém (experiência explicada nas subseções abaixo), outras duas entidades promovem a condução do uso das tecnologias. O Instituto de Desenvolvimento

Sustentável Mamirauá⁶⁵ - unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) que integrou os trabalhos em julho de 2018, cuja participação intermediou treinamentos à pescadores nos municípios de Tefé, Alvarães, Uarini, Fonte Boa, Jutai, Santo Antônio do Içá e Maraã. Para integrar a rede de pesquisadores cidadãos, foram realizados mais de 30 treinamentos nas regiões do Médio e Alto Solimões, estado do Amazonas. E na região de Porto Velho, Rondônia o Projeto piloto de uso do *Ictio* foi regido pelo Instituto Ecoporé⁶⁶ no período de julho a dezembro de 2018, com ênfase no monitoramento pesqueiro na bacia do rio Madeira por pescadores das comunidades Vila Nova Teotônio, Novo Engenho Velho e São Sebastião (INSTITUTO ECOPORÉ, 2019). Para capacitá-los os pesquisadores realizaram encontros formativos sobre peixes e pesca. Dentre as estratégias de investigação, foi adotada a busca pelo entendimento sobre o que os pescadores gostariam de saber. Por meio do levantamento, descobriram que os pescadores gostariam de entender sobre as mudanças da temperatura (da água) com a produção pesqueira, a real produção do Pirarucu na comunidade, o motivo pelo qual os peixes estavam magros e com piolhos no reservatório, a diferença da qualidade do peixe de rio e de lago, se a qualidade da água influencia no desenvolvimento, qual a época de reprodução da Dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) (INSTITUTO ECOPORÉ, 2019).

O App (FIGURA 24) é considerado por pesquisadores um dos três métodos para entender sobre as migrações de peixes na Amazônia. O primeiro faz referência ao uso da microquímica otolítica (pedras do ouvido do peixe que indicam tamanho e idade do peixe), o segundo à análise das larvas dos peixes e o terceiro considera o conhecimento dos povos da Amazônia na coleta dos dados (PILAND, 2019). Este último prioriza a colaboração coletiva para compreender onde estão os peixes migradores na Amazônia ao longo do tempo.

Essas respostas são importantes não somente para os habitantes da Amazônia, que dependem dos peixes e recursos aquáticos, mas também para os cientistas e conservacionistas que querem ajudar a que esses recursos sejam manejados de forma sustentável. Peixe é uma importante fonte de alimento na bacia amazônica, onde em alguns lugares as pessoas consomem quase um quilo por dia. Com mais informação sobre a migração dos peixes podemos tomar decisões mais inteligentes na hora de desenvolver infraestruturas, manejar e conservar os ecossistemas de água doce e seus peixes através das fronteiras políticas (PILAND, 2019).⁶⁷

⁶⁵ Unidade de pesquisa criada em abril de 1999 com atuação na região do Médio Solimões Amazonas por meio de programas de pesquisas, manejo de recursos naturais e desenvolvimento social. Ver <https://www.mamiraua.org.br/>

⁶⁶ Ação Ecológica Guaporé – Ecoporé foi fundada em 1988 devido à preocupação com o modelo de desenvolvimento territorial. Ações são relacionadas à pesquisa, educação, proposição de políticas públicas, articulações interinstitucionais, desenvolvimento socioeconômico e conservação da biodiversidade amazônica. Ver <https://ecopore.org.br/>

⁶⁷ “These answers are important not only for inhabitants of the Amazon, who depend on fish and aquatic resources, but also for scientists and conservationists who want to help manage these resources in a more sustainable way. Fish are an important food source in the Amazon basin, where in some places people eat as much as 1 kilogram of

Figura 24 - Oficina para uso do *Ictio* em Santarém



SAPOPEMA (2018).

Sobre devolução de dados, na contrapartida de retorno aos usuários voluntários, o projeto estabelece uma política de acesso livre. Entretanto, limita à três formas, dependendo do retorno dado pela comunidade do *Ictio*.

a) A Base de Dados Básica será publicada on-line na página www.ictio.org e será atualizada trimestralmente (acesso livre). Este conjunto de dados incluirá todos os dados de observação e comentários, e não incluirá a localização precisa, Nome, Sobrenome e email. Dessa forma, os dados permanecerão anônimos. b) Uma base de dados estendida estará disponível para os parceiros de *Ictio* em pesquisa e preservação, os quais são responsáveis pela custódia dos dados. Essa base de dados incluirá a localização precisa para a coleta de dados, Id de usuário, mas nenhum Nome, Sobrenome ou email. c). Você pode solicitar a qualquer momento uma cópia completa de seus próprios dados enviando um e-mail para ictio@cornell.edu a partir da conta de e-mail registrada e informando o ID de usuário associado à sua conta *Ictio* (ICTIO, 2019).

Segundo Ciência (2020), de abril de 2018 quando iniciou o projeto até julho de 2020, 231 usuários compartilharam mais de 3.500 listas de pesca por meio do aplicativo *Ictio*. Foram

fish a day. With more information about how fish migrate, humans can make smarter decisions about how to develop infrastructure and manage and conserve freshwater ecosystems and their fish across political boundaries” (PILAND, 2019).

aproximadamente 900 toneladas de peixes registradas em 58 bacias de nível 4 BL desde 2018. O projeto denomina níveis de bacias hidrográficas como forma de organização que considera escalas de hierarquia de bacias (CIÊNCIA, 2020). O nível 1 (BL1), por exemplo, representa toda a Bacia Amazônica. O nível 2 (BL2) as bacias dos principais afluentes do rio Amazonas, como o Canal principal do rio Amazonas e as bacias dos rios Negro (Brasil), Putumayo (Equador, Colômbia, Peru e Brasil), Marañón (Peru) e Madeira (Peru, Bolívia e Brasil). E o nível 4 (BL4) delimita todas as bacias tributárias entre 10.000 km² e 100.000 km².

No fim do mês de junho, o número de usuários registrados no app foi de 286. O banco de dados compartilhado do *Ictio* registrou neste período um total de 26.458 listas de 149 sub-bacias da Amazônia. Isso representa 74,87% do total das 199 sub-bacias no nível BL4 - o quarto dos sete níveis hierárquicos de detalhe da bacia (CIÊNCIA, 2021).

A aplicação estabelece termos de uso de dados do *Ictio* (ICTIO, 2019), com última atualização em janeiro de 2019, a qual constitui regras para a utilização do aplicativo e gerenciamento dos sistemas que permitem a coleta dos dados para uso não comercial. As condições que regem o termo, ressaltam que os referidos dados “são fornecidos apenas para pesquisa aplicada e básica e para educação”, e que os mesmos só serão usados em uma ferramenta de busca de peixes para exibir “avistamentos” do *Ictio*. Ressalta-se que estes dados não podem ser usados em ferramentas que auxiliam os usuários na identificação de peixes usando informações de abundância regional e temporal.

O termo evidencia a necessidade de reconhecimento e citação por parte dos usuários ao usar dados do *Ictio* e que para publicações em que seja necessário uso substancial dos dados, o Laboratório de Ornitologia da Cornell acolhe oportunidades de comentar sobre o trabalho antes da publicação, colaboração e coautoria, para aporte intelectual em uma publicação (ICTIO, 2019). Nas condições apresentadas também há proibição da reprodução de qualquer informação de *Ictio* ou qualquer produto dele derivado, para fins comerciais, sem permissão prévia por escrito do Laboratório Cornell de Ornitologia.

Em relação à isenção de responsabilidade, Cornell explicita que não oferece garantias ou declarações, expressas ou implícitas, com relação à exatidão, confiabilidade ou precisão de quaisquer dados da *Ictio* e que todos os dados são fornecidos “no estado em que se encontram”. As designações geográficas e materiais nos dados de *Ictio* não implicam a manifestação de qualquer opinião por parte do Laboratório de Ornitologia Cornell sobre o status legal de qualquer país, território ou área, nem sobre a delimitação de suas fronteiras ou limites. Sobre Indenização e Limitação de Responsabilidade esclarece que o usuário:

Você concorda em indenizar, defender e isentar a Universidade Cornell, seus curadores, executivos, funcionários e agentes, de e contra todas as perdas, despesas, danos e custos, incluindo honorários advocatícios razoáveis, resultantes de sua violação destes Termos. Você compreende e concorda expressamente que a Universidade de Cornell não será responsável por nenhum dano direto, indireto, incidental, especial, consequencial, punitivo ou exemplar, incluindo, mas não limitado a danos por perda de lucros, danos, uso, dados ou outras perdas intangíveis (mesmo que a Cornell tenha sido avisada da possibilidade de tais danos), resultante do uso de qualquer dado da *Ictio* (ICTIO, 2019, p. 2).

No tocante a erros e omissões, o projeto afirma que busca manter dados precisos e atualizados, entretanto, se erros ou omissões forem identificados, o usuário deve notificar o Laboratório de Ornitologia Cornell para que eles possam ser corrigidos em versões futuras dos dados. Os usuários podem relatar erros via e-mail (Ictio@cornell.edu). Quanto à política de dados (ICTIO, 2019), estabelece o acesso livre à informação, por considerar a contribuição para um banco de dados coletivo com o objetivo de prover informação confiável sobre a distribuição, ocorrência e abundância de peixes para diferentes usuários, com a ressalva de a aplicação ser um projeto piloto, o qual poderá ter seus termos alterados a qualquer momento.

O aplicativo opera com nas modalidades online/offline (ICTIO, 2020). Sem rede seu uso é possível desde que o usuário tenha realizado login quando conectado à internet. Nesta opção, pode registrar manualmente quando a pesca que já foi feita a partir de três opções: 1. Escolha dos locais recentes registrados no aplicativo; 2. Escolha de local próximo em uma lista; ou 3. Uso de localização atual. Durante a pesca, mesmo que sem acesso à rede, o app permite o registro de localização e data de atividade manualmente. Informações sobre mercado são registros possibilitados a partir do informe de data e local onde os peixes estão sendo vendidos. A aplicação disponibiliza na primeira tela a seleção das espécies capturadas com base em uma lista de 21 espécies. Caso o peixe não integre essa lista, é possível adicioná-lo na categoria "outras espécies". Sucedem o número de indivíduos por espécie, o peso total em quilogramas, registro de fotos da captura e comentários (opcionais) (ICTIO, 2020).

Ao registrar um mercado, o usuário marca a opção "Investigar um mercado" onde tem como alternativas de preenchimento a escolha dos locais recentes, seleção de mercado próximo ou usar a localização atual. No botão *Meu Ictio*, todas as listas registradas ficam à disposição, fornecendo ao informante o número de indivíduos registrados em todas as listas, o peso total, preço médio e valor de vendas que inclui apenas espécies com registros de preço e peso.

A comunidade o cientista pode usar as informações geradas para expandir conhecimento existente sobre ecologia de peixes e nos sistemas aquáticos amazônicos. Organizações da sociedade civil podem usá-lo para ações de manejo ou conservação sustentável, por meio de acordos e informando decisões e políticas para várias escalas. O público em geral também pode estar envolvido, despertar o interesse e o comprometimento com essas questões. Idealmente, a informação também pode ser

usada diretamente pelos tomadores de decisão para complementar suas próprias informações e melhorar a governança e políticas sobre recursos pesqueiros, qualidade da água, desenvolvimento de infraestrutura e gestão de bacias hidrográficas⁶⁸ (ICTIO, 2018).

Em referência à cobertura taxonômica, o projeto mapeou na experiência piloto inicial, o monitoramento das seguintes espécies migratórias de bagres e peixes com escamas: *Brachyplatystoma juruense* (Camiseto, Zúngaro alianza, Zebra, Flamengo, Bagre, Achuni), *Brachyplatystoma platynemum* (Baboso, Zúngaro tabla barba, Babão, Bagre baboso, Vaselina), *Brachyplatystoma rousseauxii* (Dorado, Zúngaro dorado, Dourada, Bagre plateado), *Brachyplatystoma vaillantii* (Pirabutón, Manitoa, Zúngaro manitoa, Piramutaba, Bagre), *Brycon amazonicus* (Sábalo, Matrinxã, Matrinchão, Jatuarana, Yatorana), *Colossoma macropomum* (Gamitana, Tambaquí, Pacú), *Piaractus brachypomus* (Paco, Pirapitinga, Pacú), *Prochilodus nigricans* (Bocachico, Boquichico, Curimatã, Sábalo) e *Semaprochilodus insignis* (Yaraqui, Jaraqui-de-escama-grossa, Jaraquia, Bocachico).

Em 2020, o mundo foi impactado pela tragédia sanitária desencadeada pelo vírus SARS-CoV-2. Apesar disto, o número de listas geradas no aplicativo se manteve próximo da média, considerando que em março de 2021, atingiu-se a marca de 4.463 listas. No comparativo com o número divulgado em julho de 2020 no qual 231 usuários compartilharam mais de 3.500 listas de pesca por meio do aplicativo *Ictio*, considera-se que o número médio de listas enviadas por mês foi de 129 ao longo dos primeiros 27 meses da experiência. Já no período entre os meses de agosto de 2020 a março de 2021, foram geradas 963 listas nos referidos oito meses, totalizando uma média de 120 listas por mês.

Quanto ao recrutamento de novos voluntários foi notado um leve aumento nos últimos meses, mesmo no contexto da pandemia mundial. Nos 27 primeiros meses do projeto, o número médio de usuários por mês era de 11. No período de agosto de 2020 a março de 2021, o aplicativo recebeu novos 135 usuários, atingindo a média de 16 por mês.

Em Santarém – região do Baixo Amazonas, listas foram geradas na experiência piloto por estudantes de Solimões e Aracampina no período entre os meses de junho de 2018 a fevereiro de 2019, conforme demonstra o quadro 7 a seguir com o respectivo número de registros:

⁶⁸ Las organizaciones de la sociedad civil podrán emplearla para acciones de manejo sostenible o conservación, a través de acuerdos e informando decisiones y políticas a múltiples escalas. También puede involucrarse al público general, despertando interés y compromiso en estos temas. Idealmente, la información también podrá ser usada directamente por los tomadores de decisiones para complementar su propia información y mejorar la gobernanza y políticas sobre recursos pesqueros, calidad hídrica, desarrollo de infraestructura y manejo de cuencas.

Quadro 7 – número de listas enviadas ao aplicativo *Ictio*

Mês	N de Registros
Junho	1
Agosto	20
Setembro	22
Outubro	32
Novembro	52
Dezembro	14
Janeiro	2
Fevereiro	31

Fonte: SAPOPEMA (2019).

A partir da participação de nove usuários da referida região foram geradas 82 listas com registro de 174 peixes, 24 tipos, totalizando 2.005 unidades com 3.107 quilos capturados. As espécies abaixo elencadas evidenciam 1) o saber tradicional na construção de conhecimento científico, uma vez que através dos dados será possível aos pesquisadores da área, mapear os processos migratórios das espécies e entender de que forma se comportam na região amazônica, para assim, propor ações que contribuam para o manejo dos peixes. 2) a responsabilidade dos envolvidos na discriminação dos peixes capturados na composição de listas.

Quadro 8 – espécies registradas por estudantes do Baixo Amazonas no aplicativo *Ictio*.

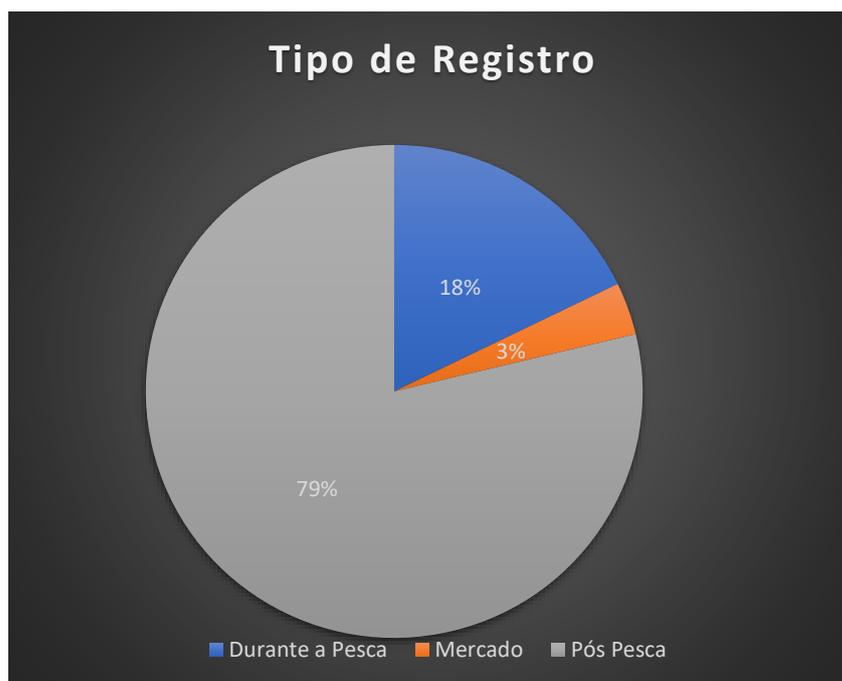
Espécie	N	Espécie	N	Espécie	N
Matrinxã	1	Filhote/Piraíba	35	Aracu	361
Pirarucu	1	Acari	36	Charuto	321
Jaú	5	Cascuda	50	Carauaçu	23
Mandí	5	Caparari	54	Sardinha	141
Piramutaba	8	Traira	70	Pacu	250
Chorona	10	Dourada	71	Tambaqui	132
Curimatã	11	Jaraqui	74	Mapará	20
Surubim	18	Pirapitinga	122	Outros	186

Fonte: SAPOPEMA (2019).

Dentre os resultados prévios apresentados a partir das informações registradas no aplicativo, foi constatada a diferença econômica que o peixe dourada representa em diferentes regiões. Identificado ao preço médio de R\$ 13,40, no Brasil a média foi de R\$ 11,75, enquanto que no Estado do Amazonas R\$ 6,50, em Rondônia: R\$ 17,00 e na Colômbia R\$ 15,00 (SAPOPEMA, 2019).

Dos 174 registros contabilizados em Solimões e Aracampina, 31 foram feitos durante a pesca, 6 no mercado e 137 após a pesca. O dado pode indicar principalmente a falta de conexão à internet nas localidades, visto que a maior parte dos usuários precisa se deslocar a um ponto específico na comunidade onde possui sinal de internet, ou viajar até a cidade para carregar os dados.

Gráfico 1 - tipo de registro identificado entre os usuários de Solimões e Aracampina.



Fonte: SAPOPEMA (2019).

Embora a maior parte da pesca tenha sido informada em momento posterior e em local distinto, foi possível, por meio das coordenadas geográficas já registradas nos aplicativos, identificar quais espécies foram capturadas em determinado contexto aquático, denominado sítio e entendido como ponto de pesca. Em ambas localidades, nove sítios foram frequentados e tiveram suas referências longitudinais e latitudinais salvas na aplicação, conforme demonstra o quadro a seguir.

Quadro 9 – coordenadas geográficas dos locais de registro de lista em Aracampina e Solimões.

Nome do sítio	Latitude	Longitude
Solimões: Pescada	02. 60545°	055. 12360°
Solimões: Garimpo	02. 65500°	055. 13284°
Solimões: Enseada	02. 63123°	055. 14859°
Solimões: Boca do Capixauã	02. 62712°	055. 15141°
Solimões: Lago Piquiá	02. 62479°	055. 14555°
Solimões: Lago Muiuçú	02. 62423°	055. 14684°
Solimões: Lago Camarão	02. 62238°	055. 14735°

Solimões: Lago Aramum	02. 61796°	055. 14466°
Solimões: Lago Içí	02. 61127°	055. 14050°
Aracampina: Frente Comunidade	02. 44288°	054. 40540°
Aracampina: Pacoval	02. 47234°	054. 46542°
Aracampina: Frente Catauari	02. 46650°	054. 46741°
Aracampina: Igarapé Santíssimo	02. 49317°	054. 44403°
Aracampina: Pixuna	02. 48682°	054. 42498°
Aracampina: Lago Grandezinho	02. 49213°	054. 38087°
Aracampina: Lago Arroizal	02. 47603°	054. 38412°
Aracampina: Lago do Comprido	02. 45893°	054. 37880°
Aracampina: Ressaca	02. 42195°	054. 28513°

Fonte: SAPOPEMA (2019).

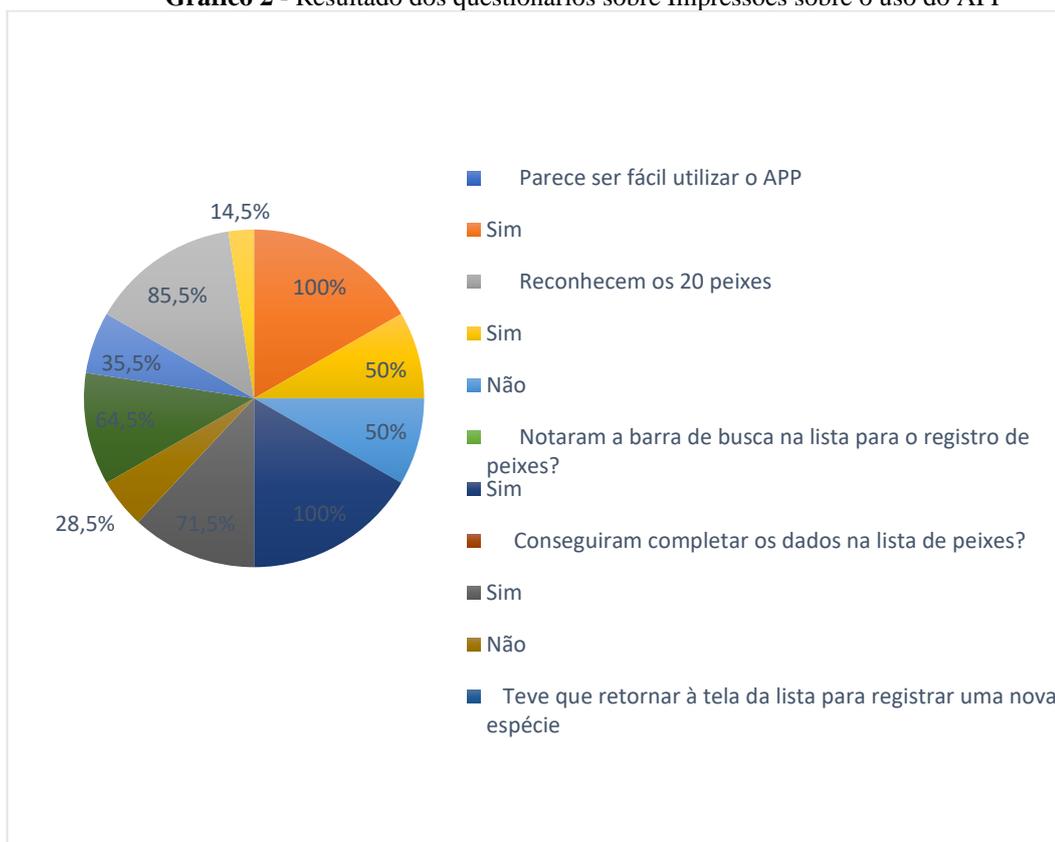
Segundo Gama (2019) a proposta do projeto piloto teve o objetivo de testar uma metodologia de ciência cidadã que envolvesse escolas de comunidades tradicionais, integradas em um programa de educação ambiental e/ou de ciência cidadã. Por este motivo foi adotada a proposta pedagógica de despertar os jovens estudantes à curiosidade, o espírito investigador, a criatividade e a análise crítica: “A ideia é que a introdução de uma nova tecnologia proporcionasse um diálogo e compromisso com os problemas socioambientais vivenciados por eles e pelos moradores da comunidade” (GAMA, 2019, p. 1). Em um relatório técnico enviado pela coordenação do projeto local à comissão da WCS, foram pontuadas considerações da experiência piloto em Santarém (GAMA, 2019, p. 2-3):

Quadro 10 – avaliação da experiência pela coordenação pedagógica do projeto em Santarém.

Pontos fortes da experiência	Pontos fracos da experiência
Uso do aplicativo foi inovador, motivador para a faixa etária de jovens envolvidos nas duas comunidades;	Não foi uma boa experiência o uso do aparelho por mais de um jovem;
Planejamento realizado com a participação de pais, professores e diretores das escolas deram seriedade e compromisso com o projeto;	Nossas limitações financeiras não nos proporcionaram um acompanhamento sistemático nas comunidades. A maioria das atividades fizemos com recursos de outros projetos da SAPOPEMA e os recursos técnicos foram todos voluntários;
Regras estabelecidas com as assinaturas dos termos de uso dos equipamentos (cada escola recebeu quatro (4) celulares e um (1) computador se transformaram e responsabilidades compartilhadas;	Os locais de coleta deveriam estar nas condicionantes antes de iniciar a coleta;
Bloqueio dos aparelhos para uso de celular e programados apenas para o uso do monitoramento das espécies contribuiu para a conservação dos equipamentos e todos os problemas com uso do aplicativo eles procuraram a nossa equipe para dar assistência. Isso contribuiu também para integração com nossa equipe da SAPOPEMA.	Durante a coleta houve alguns imprevistos. Por exemplo os pescadores não conseguiam colocar informações da área onde ocorreu a pesca, pois os corpos hídricos utilizados para atividades pesqueiras na comunidade não constavam no banco de dados do aplicativo;
Metodologia adotada proporcionou a integração da escola com a comunidade e o compromisso das lideranças das comunidades e instituições parceiras no processo;	Não havia uma área específica onde os pescadores pudessem inserir informações da área de pesca. No máximo colocavam nas observações de cada espécime capturado;
Divulgação das atividades do projeto nos meios de comunicação foram motivadores para os jovens;	Em alguns momentos não ocorria sincronização com GPS. Assim pescadores não conseguiram gravar rotas de pesca, principalmente na versão 1.0 do aplicativo;
Projeto proporcionou vários debates nas comunidades sobre manejo de pesca, pesca predatório;	A atualização para versão 2.0 melhorou bastante uso do APP, entretanto, nenhum smartphone conseguiu atualizar para essa versão usando internet na comunidade tiveram que se deslocar até a cidade para atualizar aplicativo.
Transparência no processo e o diálogo com as comunidades e os parceiros tem sido um ponto forte também (Saúde e Alegria, Tapajoara e ICMBIO);	
APP se mostrou de fácil operação. Intuitivo e com layout limpo (ver percepção dos jovens).	

Fonte: SAPOPEMA (2019).

Com base nos apontamentos feitos no item anterior, foram elaborados questionamentos por parte da coordenação da experiência piloto, aos participantes para que respondessem sobre as impressões no uso do aplicativo. Os resultados podem ser analisados no gráfico a seguir.

Gráfico 2 - Resultado dos questionários sobre Impressões sobre o uso do APP

GAMA, 2019.

Este dado coletado por Gama (2019) e revela que a totalidade dos usuários considerou o aplicativo de fácil manuseio. Metade dos entrevistados afirmou desconhecer as vinte espécies. Todos disseram ter notado a barra de busca na lista para o registro de peixes. 71,5% alegaram não ter conseguido completar os dados na lista de peixes. 64,5% tiveram que retornar a tela da lista para registrar uma nova espécie.

5.5 Microscópio de papel – *Foldscope*

A crise hídrica no Brasil é um assunto que vai além da indisponibilidade de água nas torneiras dos domicílios. A falta de potabilidade e ausência de ações de controle e vigilância da qualidade da água têm sido problemas frequentes, contribuindo para a disseminação de diferentes tipos de doenças (BRASIL, 2006). Para o Governo Federal, a vigilância e o controle da água são importantes instrumentos para proteger a saúde da população, de modo que a avaliação da qualidade microbiológica é um componente fundamental para possibilitar a identificação de microorganismos patogênicos, em geral de origem fecal, que podem estar presentes na água.

Em função da extrema dificuldade, quase impossibilidade, de avaliar a presença de todos os mais importantes microorganismos na água, a técnica adotada é a de se verificar a presença de organismos indicadores. A escolha desses indicadores foi objeto de um processo histórico cuidadoso, realizado pela comunidade científica internacional, de modo que aqueles atualmente empregados reúnem determinadas características de conveniência operacional e de segurança sanitária, nesse caso significando que sua ausência na água representa a garantia da ausência de outros patogênicos. Mais recentemente, pesquisas têm revelado a limitação dos indicadores tradicionais – em especial as bactérias do grupo coliforme – como garantia da ausência de alguns patogênicos, como vírus e cistos de protozoários, mais resistentes que os próprios organismos indicadores (BRASIL, 2006, p. 26).

Neste contexto, o município de Santarém-PA se apresenta com uma alta demanda de políticas de acompanhamento da qualidade de água. Segundo dados do Instituto Trata Brasil (TRATA BRASIL, 2020), em 2020, Santarém permaneceu na 97ª posição num ranking composto pelas 100 maiores cidades brasileiras. Na tabela, o indicador “atendimento” foi de 51,29%, enquanto que a cidade de Santos em São Paulo atendia, à época, 100% da população. Na avaliação geral, a nota final do município paraense foi 2,19 pontos de um total de 10.

Frente a essas limitações, urge o desenvolvimento e implementação de estratégias que favoreçam à verificação da água oferecida à população. Se por um lado há abundância de água nos rios localizados na região amazônica, por outro há pouca segurança em relação à potabilidade (PROJETO SAÚDE E ALEGRIA, 2020). Assim, tecnologias que surgem em consonância com essa necessidade podem apontar alternativas àqueles que dependem desse recurso. Uma delas é o já mencionado do *Foldscope*, um microscópio de papel semelhante à sua versão tradicional em termos de funcionalidade, elaborado a partir de materiais de baixo custo por intermédio de técnicas de dobradura de origami. Na tentativa de oferecer uma ferramenta de acessível, resistente e de fácil manipulação, o *Foldscope* surge como proposta para aproximar a ciência das populações ribeirinhas.

Em seu processo de concepção, o *Foldscope* foi desenvolvido em trinta modelos diferentes, cada um com suas especificidades. Da identificação do protozoário da malária aos demais microrganismos presentes na água, o microscópio tem características técnicas parecidas ao aparelho original, sendo constituído por lente, ímas e papel. A ampliação de até 140 vezes possibilita que o usuário veja bactérias, células sanguíneas e organismos unicelulares, como copépodes, tardígrados, tetrahymena, diatomáceas, rotíferos e nematóides. Com a capacidade de ampliar, o *Foldscope* também possibilita ver insetos de maneira expandida (THE PAPER MICROSCOPE, 2019).

Fluorescência, campo claro, polarização e projeção —, mas construído apenas a partir de uma dobradura de papel. A iniciativa mistura princípios de design óptico com origami: com uma única folha, tem-se as ferramentas necessárias para construir um tipo de funcionalidade do microscópio, inclusive microlentes (FGV DAP, 2019).

Partindo da proposta de facilitar a distribuição e popularização desse recurso, a tecnologia foi considerada um potencial objeto de interesse na área da educação. Ainda segundo a FGV DAP (2018), seu uso pode contribuir significativamente para o desempenho de estudantes nas áreas de ciências da natureza. Também aponta que, em dois anos consecutivos, a área obteve a menor média no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e que, entre as possibilidades de reverter esse quadro, as tecnologias têm sido repetidamente indicadas como potenciais aliadas capazes de despertar o interesse e curiosidade de alunos através da prática.

O microscópio distribuído aos estudantes foi adquirido junto à empresa americana *Foldscope Instruments*, situada em Stanford nos Estados Unidos, fundada em 2015 e que patenteou a invenção de Manu Prakash e Jim Cybulski. O equipamento foi concebido a partir de um conjunto de inquietações dos inventores, a qual foi reforçada em ocasiões de visitas de campo. Nestas, continuamente tinham que lidar com tanto com a falta de microscópios, quanto com a danificação decorrente de suas dimensões pouco compactas. Como os microscópios tradicionais costumam ser caros e de manuseio complexo, Prakash e Cybulski perceberam a relevância social do problema e a necessidade de uma solução inovadora e adequada a orçamentos modestos (THE PAPER MICROSCOPE, 2019).

No intuito de viabilizar a proposta de desenvolver um equipamento acessível, os inventores se dedicaram ao projeto de construir um microscópio desmontável com menos de um dólar. A primeira versão da tecnologia foi esboçada com papel e publicada em junho de 2014. Em uma experiência piloto, foram distribuídos mais de 70 mil *Foldscopes* para mais de 135 países com apoio da Fundação Moore, Spectrum Medtech da Universidade de Stanford e Fundação Coulter.

Em relação à nossa base de usuários, acreditamos que a parte mais importante do *Foldscope* não são as ferramentas em si, mas as comunidades que as usam. Especialmente agora que ultrapassamos um milhão de usuários, nossa comunidade abrange muitos países, idades e níveis de formação científica. Dentro do Microcosmos, os usuários do *Foldscope* se conectam, compartilham seus dados e observações, ideias e problemas. É um lugar para colaborar, encontrar inspiração e aprender com outros exploradores. Por meio da mentoria de base, pretendemos criar uma rede de membros curiosos dedicados à exploração, compartilhamento aberto e igualdade de acesso a ferramentas científicas em todo o mundo. Olhando para o futuro, acreditamos que o acesso à ciência e à educação científica é um direito humano. Sonhamos com um mundo onde cada criança carregue um microscópio no bolso (THE PAPER MICROSCOPE, 2019, tradução da autora).⁶⁹

⁶⁹ “In regard to our user base, we believe that the most important part of Foldscope is not the tools themselves, but the communities that use them. Especially now as we surpass one million users, our community spans many countries, ages, and levels of scientific background. Within the Microcosmos, Foldscope users connect, share their data & observations, ideas, and problems. It is a place to collaborate, find inspiration, and learn from fellow explorers. Through grassroots mentoring, we aim to create a network of curious members dedicated to exploration, open sharing, and equality of access of scientific tools around the world. Looking to the future, we believe that

Com a perspectiva de capacitar os comunitários e aldeados a realizar atividades de captura e compartilhamento de imagens de uma ampla gama de espécies, WCS e SAPOPEMA se integraram à rotina dos estudantes da escola Nossa Senhora das Graças em Solimões e da escola São Sebastião em Aracampina. A doação dos equipamentos foi realizada após realização de treinamento com técnicos para uso do recurso na sala de aula. Um manual de instruções foi traduzido e disponibilizado durante as capacitações com orientações de montagem, uso, técnicas de panorâmica e focagem, e truques para melhorar a filmagem dos resultados das coletas (FIGURA 25). Com o conhecimento de técnicas e funções básicas, professores de ciências começaram a utilizar o microscópio de papel para monitorar a qualidade da água do rio que cerca cada uma das comunidades.

Figura 25 - Foldscope



Fonte: Autora (2019)

Um problema frequentemente encontrado nos países de renda mais baixa, com alta incidência de doenças tropicais, é a demora — muitas vezes de meses — por diagnósticos que podem ser obtidos através de rápida análise microscópica. Pesquisadores estimam que, anualmente, 1 bilhão de pessoas necessite desse tipo de análise para identificar enfermidades. Mas, apesar da grande demanda, microscópios pouco evoluíram nos últimos 70 anos e continuam sendo instrumentos caros, frágeis, volumosos, de difícil manutenção e uso complexo, o que torna desafiadora sua utilização em muitas localidades (FGV DAP, 2019).

O referido microscópio se mostrou como instrumento possibilitador da experiência científica aos estudantes, em que os próprios foram condutores do processo científico. Através

da coleta das amostras e da análise bacteriológica (FIGURA 26), puderam se empoderar da teoria e foram aguçados ao entendimento de como estava a situação da água em ambas comunidades.

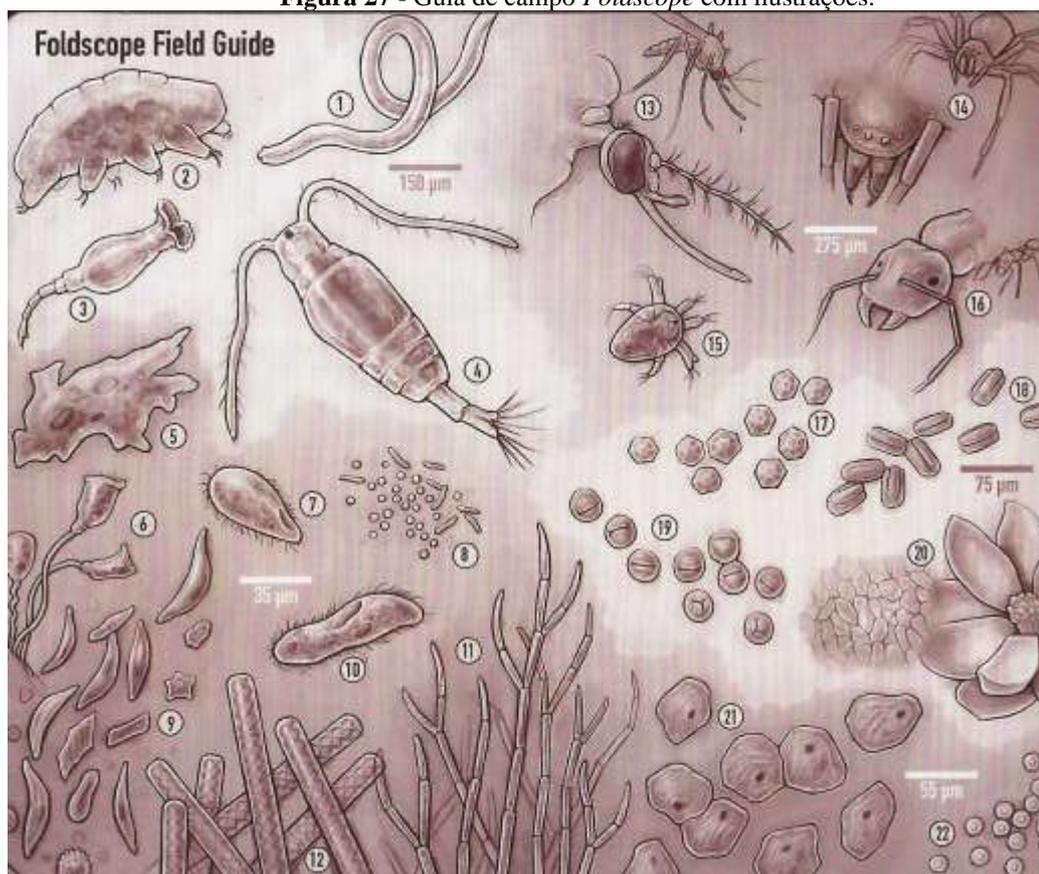
Figura 26 - análise e coleta de amostras de água em Aracampina, respectivamente



Fonte: SAPOPEMA (2019)

Para identificar os organismos nas amostras coletadas, os estudantes usaram como aporte uma lista fornecida pela ONG. O guia de campo (FIGURA 27) ilustra 22 tipos de organismos classificados em multicelular, unicelular, artrópode, plantas e corpo humano com breve descrição sobre cada um dos apresentados nas seguintes nomenclaturas e classificações: Multicelular - Nematode (Phylum Nematoda), Tardigrade (Phylum Tardigrada), Rotífer (Phylum Rotífer), Copepod (Subclass Copepoda); Unicelular - Amoeba (Família Amoebidae), Vorticella (Gênero Vorticella), Tetrahymena (Gênero Tetrahymena), Bactérias (Domínio Bactérias), Diatomáceas (Classe Bacilariophyceae), Cladophora (Gênero Spirogyra); Artrópodes - Mosquito (Família Culicidae), Aranha (Oder Araneae), Ácaro (Subclasse Acari), Formigas (Família Formicidae); Plantas - Pólen de dente-de-leão (gênero Taraxacum), Pólen de trevo branco (Caesalpina Pulcherrima), Pétala de flor (Magnólia Grandiflora); Corpo Humano - Células da bochecha (Homo sapiens), Células do Sangue da Rede (Homem sapiens).

Figura 27 - Guia de campo *Foldscope* com ilustrações.



Fonte: SAPOPEMA (2019).

Ao visualizar o microrganismo, o estudante realiza a consulta na imagem correspondente àquela visualizada no *Foldscope* e identifica sua categoria, tipo e descrição. A partir disso, surgem as condições para a realização de processos de investigação científica que permitem ir além dos materiais inicialmente fornecidos, como consultas a livros de ciências disponíveis na escola e acesso à pesquisa na internet (SILVA, 2017).

Nesta subseção seção, descrevemos alguns dos usos das tecnologias *Ictio* e *Foldscope*, além de suas potenciais contribuições para os processos de ensino e aprendizagem. Enquanto há escassez de instrumentos que favoreçam ações contundentes de inclusão digital e permitam a integração efetiva das tecnologias à educação, o Projeto Ciência Cidadã nas comunidades abordadas, representou uma experiência digna de atenção em meio ao quadro de carência de infraestrutura das escolas localizadas na região da floresta amazônica.

5.6 Limites e possibilidades dos recursos tecnológicos na educação ambiental: dialogando com os resultados

O objetivo desta subseção é descrever o processo de implementação das referidas tecnologias nos contextos investigados, analisando seus significados e inserções nas práticas educativas em diálogo com depoimentos dados por alunos das escolas atendidas pelo projeto.

Para isso, a entrevista realizada com os estudantes foi constituída de duas partes distintas: a primeira é composta de seis perguntas que tem como objetivo permitir a identificação de participante; e a segunda tem doze questões abertas destinadas a construção de respostas que pudessem fornecer evidências sobre o objeto da pesquisa. Seguindo o modelo de análise de conteúdo pautado por Bardin (2011), para esta fase, reunimos o material coletado e transcrito, e o agrupamos em unidades de registro, as quais foram definidas de acordo com o tipo de questionamento gerado. Das respostas correlatas, emergiram as categorias iniciais, relacionadas aos temas de cada pergunta. Assim, o texto das entrevistas foi recortado em unidades de registro (palavras, frases, parágrafos), agrupadas tematicamente em categorias iniciais, intermediárias e finais, as quais possibilitaram a produção de inferências. Com base na exploração do material coletado por meio das entrevistas, foram criadas duas categorias de análise, *a posteriori*, sendo elas: 1) “Educação ambiental”; e 2) “Tecnologias na educação”. Cada uma delas aborda aspectos ligados a possibilidades e fatores limitantes.

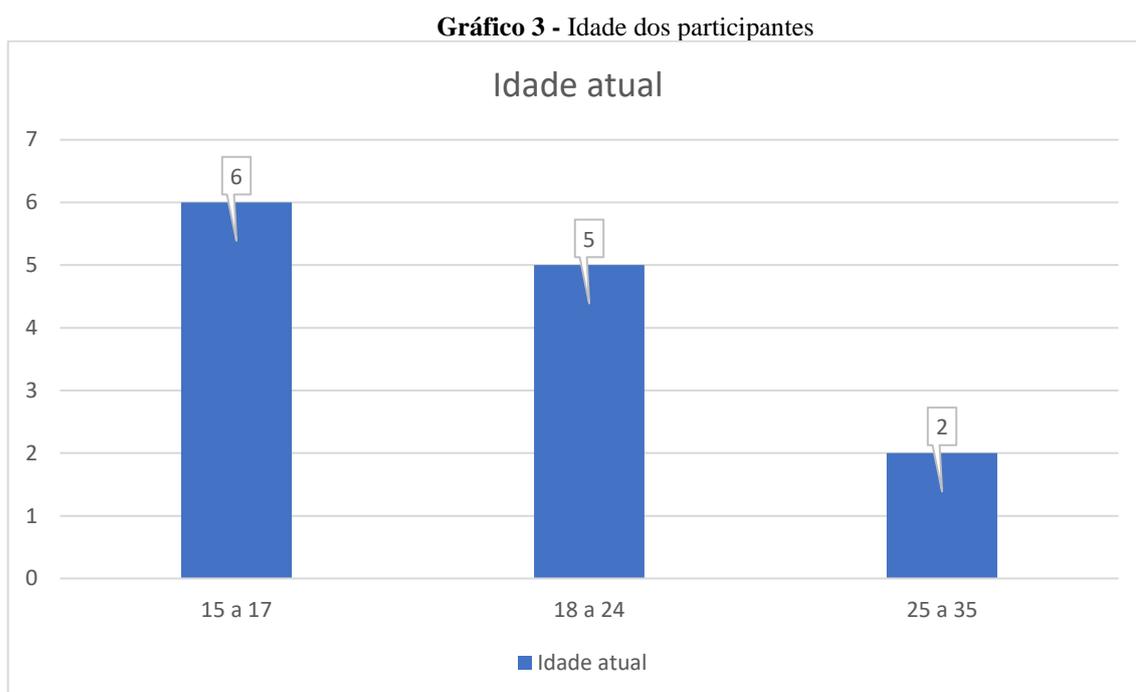
Em relação às unidades de registro, as respostas foram agrupadas de acordo com temática dominante, levando em consideração os sentidos enunciados, e em consonância com as categorias de análise supracitadas (educação ambiental e exclusão/inclusão digital) e suas ramificações (“possibilidades” e/ou “fatores limitantes”).

Para fins de anonimato, os sujeitos da pesquisa tiveram seus nomes verdadeiros omitidos, sendo nomeados de forma fictícia, recebendo as seguintes designações: aluno-entrevista 1a (AE1-a), Aluno-entrevista 1b (AE1-b), Aluno-entrevista 1c (AE1-c), Aluno-entrevista 1d (AE1-d), Aluno-entrevista 1e (AE1-e), Aluno-entrevista 1f (AE1-f), Aluno-entrevista 1g (AE1-g), Aluno-entrevista 1h (AE1-h), Aluno-entrevista 1i (AE1-i), Aluno-entrevista 1j (AE1-j), Aluno-entrevista 1l (AE1-l), Aluno-entrevista 1m (AE1-m); Aluno-entrevista 1o (AE1-o).

Em relação à identificação de origem geográfica dos treze entrevistados participantes da pesquisa (representa 72% do universo total de dezoito alunos do projeto), percebeu-se que sete (47%) são de Aracampina e seis (53%) da aldeia Solimões. Em relação ao gênero dos participantes da pesquisa, percebemos que destes a maioria 54% são do sexo masculino e 46%

do sexo feminino. Desse modo, observa-se um equilíbrio entre alunos e alunas em termos quantitativos.

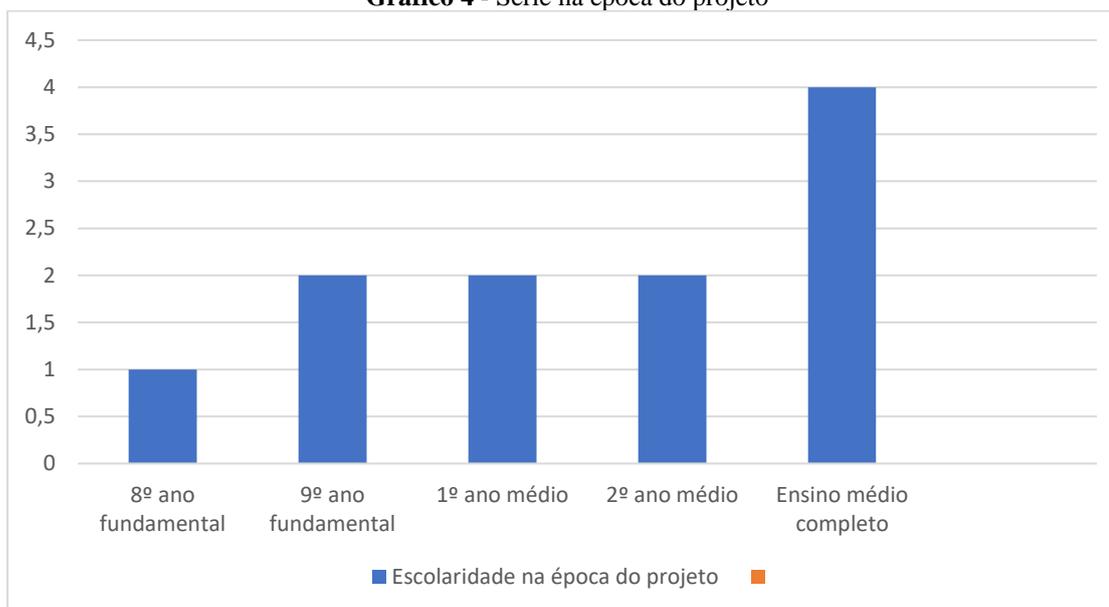
No que tange à idade dos participantes (GRÁFICO 3), podemos verificar que os estudantes se encontram na faixa etária de 15 a 35 anos, sendo que 46,15% corresponde a idade de 15 a 17 anos, 38,46% - 18 a 24 anos, 15,38% 25 a 35 anos.



Fonte: Autora (2021).

Em 2018, quando o Projeto Ciência Cidadã entrou em atividade, 37% dos participantes já havia concluído o ensino médio, não possuindo mais vínculo estudantil com os educandários. Nesse sentido, 18% desse percentual corresponde aos estudantes do 9º ano do ensino fundamental, 1º e 2º ano do ensino médio e 9% do 8º ano do ensino fundamental (GRÁFICO 4).

Gráfico 4 - Série na época do projeto



Fonte: Autora (2021).

5.6.1 Educação ambiental

Considerando a definição da categoria *a posteriori*, a investigação foi iniciada com base nos questionamentos feitos aos atores sociais (Apêndice A), dos quais emergiram respostas que deram origem à categoria nomeada ‘Educação ambiental’ por evidenciar nas falas, percepções populares relacionadas EA, representando as duas subcategorias definidas ‘possibilidades’ e ‘fatores limitantes’. O termo possibilidades, também entendido como característica do que pode acontecer; ter alguma chance ou probabilidade, deriva do latim “*possibilitas, atis*”, onde traz em sua etimologia o sentido de faculdade e poder (DICIO, 2019). Desta forma, implica dizer que as respostas que surgem durante as entrevistas, tendenciam certa aproximação aos temas por representarem chances de ações que podem acontecer em decorrência das experiências analisadas e vivenciadas pelos estudantes. Abaixo, são apresentados os fragmentos dos relatos dos entrevistados desta categoria, e na sequência feita sua análise por grupo/pergunta.

5.6.1.1 Possibilidades

Ao questionar “O que é meio ambiente pra você?”, buscamos captar os sentidos e significados do meio ambiente para os estudantes envolvidos no projeto CCPA, assim como sua compreensão acerca do tema. A análise parte da identificação das unidades de registro aqui identificadas por pronomes pessoais^{1,70} os quais evocam o sentimento de pertencimento e

70 Os pronomes pessoais referem-se às pessoas do discurso: 1ª pessoa: eu (singular), nós (plural), 2ª pessoa: tu (singular), vós (plural); 3ª pessoa: ele, ela (singular), eles, elas (plural). O substantivo ‘gente’ que surge em vários

aproximação do meio ambiente. Schmidt (2010) define a EA como possível instrumento de combate às ameaças ao meio ambiente, além de uma alternativa para o incentivo a adoção de ações de preservação e valorização da natureza, visando promover uma mudança coletiva de comportamento em relação à devastação de florestas, destruição de habitats e mudanças climáticas.

Abriu-se, assim, caminho a uma nova e distinta área de formação e educação dos cidadãos. Entende-se, em geral, a EA como um processo de aprendizagem permanente, que procura incrementar a informação e o conhecimento público sobre os problemas ambientais, promovendo, simultaneamente, o sentido crítico das populações e a sua capacidade para intervir nas decisões que, de uma forma ou de outra, afectam o ambiente e as suas condições de vida (SCHMIDT, 2010, p. 56).

Nessa linha de raciocínio, a autora considera a EA como um processo contínuo e "compreensivo" para que os estudantes possam entender a relação da sociedade com o ambiente e percebam o quão nocivos podem ser os seus atos ao ecossistema e afetar a vida em sociedade. Neste sentido, a abordagem observa de que maneira a EA pode se beneficiar da educação não formal, aqui entendida como um processo comunitário de construção de conhecimento, em que os cidadãos aprendem sobre seus direitos e são submetidos a processos de desenvolvimento de habilidades e potencialidades (GOHN, 2019). Apesar de não ser praticada dentro de salas de aula, a educação não formal representa "um espaço concreto de formação com a aprendizagem de saberes para a vida em coletivos" (GOHN, 2009, p. 32). Logo, é conveniente observar as representações sobre o meio ambiente formuladas pelas populações que moram em regiões centrais para discussões sobre a preservação e sustentabilidade, a exemplo da Amazônia.

Sobre isto, os dados de pesquisa revelam falas como: "Meio ambiente é uma coisa que a gente precisa defender né. Apesar de muitas pessoas não respeitarem, jogar lixo, tudo isso vai poluindo e um dia tudo isso aqui pode acabar" (AE1-d); "A gente sempre tem isso na escola que nossos professores explicavam que é tudo que tem ao nosso redor. Nós temos que preservar pra que tudo que nós precisarmos tirar dela né (AE1-g); "É o lugar onde os seres humanos tem a oportunidade de estar compartilhando e vivendo. É um lugar onde nós devemos preservar" (AE1-j); "Deve ser preservado pelo ser humano. Se a gente desprezarmos... nós acabamos sofrendo. Vejo muita coisa acontecendo com nosso meio ambiente que vai trazer de alguma forma consequências para nós" (AE1-l).

Ao analisar os diálogos mencionados, nos deparamos com depoimentos de estudantes moradores das áreas ribeirinhas, que argumentam em favor da defesa coletiva do território, do cuidado com a água, a fauna e a flora. Neste sentido, o conceito de meio ambiente para AE1-d,

momentos dos diálogos, é expressão equivalente ao pronome pessoal reto nós e 'mim', pronome pessoal oblíquo tônico, usado para substituir um substantivo que tem a função de objeto indireto (NEVES, 2021).

AE1-g, AE1-j e AE1-l, está atrelado ao conjunto de ações humanas voltadas à conservação. Nas respostas destes entrevistados, nota-se um sentimento de pertencimento a uma causa alinhada à responsabilidade socioambiental que se evidenciam por meio dos pronomes pessoais nas orações – como, “a gente precisa defender” (AE1-d), “é tudo que tem ao nosso redor” (AE1-g); “lugar onde nós devemos preservar” (AE1-j) e “Se a gente desprezarmos... nós acabamos sofrendo” (AE1-l), cujos sentidos revelam a consciência acerca da necessidade de resguardar recursos naturais. Percebe-se como a compreensão que os sujeitos participantes têm sobre o meio ambiente se aproxima da definição e do entendimento Schmidt (2010, p. 56) sobre a EA, ao evidenciar os resultados esperados em relação ao engajamento cidadão: “[...] que os mesmos adquiram conhecimento, competências, valores, experiência, motivação e o compromisso para participar e tomar decisões bem informadas e responsáveis sobre suas ações relativamente ao meio ambiente”.

Do mesmo modo, surge nas respostas a noção de que o meio ambiente – ou ao menos o seu conceito – tem origem nos conteúdos apresentados por professores em sala de aula. Na compreensão do entrevistado AE1-g, o meio ambiente é tudo que existe ao seu redor. Ligado a isto, somam-se as competências necessárias na relação baseada no cuidado para garantir a sobrevivência: “Principalmente nossa natureza que nós temos que preservar pra que tudo que nós precisarmos tirar dela né. Como ‘nós tira’ o peixe do rio. O meio ambiente a gente tem que manter limpo, não poluído”.

Na concepção de Alves (2018, p. 36), o “território” implica no “sentido de conhecimento, de interação e incorporação à vida, pois é no espaço apropriado por estes para garantia de sua sobrevivência que é criada uma relação de conhecimento, de identificação e de pertencimento, de interação entre homem e natureza”. Segundo a autora, a EA visa fortalecer a cidadania por meio da promoção de estratégias para solucionar as necessidades de cada contexto, ou simplesmente inspirando a formulação alternativas para esta solução. Sob essa ótica, a EA se constitui como um instrumento para a criação gradual de espaços de compartilhamento de conhecimento que capazes de desencadear aprendizagens inscritas em diferentes objetivos ligados à sustentabilidade.

Apesar de na pergunta acima, não ter sido estabelecido vínculo com o aplicativo *Ictio*, AE1-a, atribui à referida tecnologia, a fonte de aprendizagens sobre o processo de desova e migração de peixes na localização geográfica do entrevistado:

Meio ambiente pra mim é uma coisa muito importante né. Devido a experiência que eu tive lá, eu aprendi muitas coisas que o fato de eu estar morando lá eu não sabia. Sobre as áreas, como os peixes desovam, por onde é que eles andam. E pra mim, eu estudei lá e nunca sabia que os peixes todo tempo passavam para desova e voltavam para o mesmo local (AE1-a).

O estudante defende que esse conhecimento deveria estar mais presente no ambiente escolar. Isto fica evidente ao mencionar o fato de que em sua passagem pela escola nunca obteve acesso significativo a este tipo de conteúdo. Tal compreensão dialoga com o que defende Pronea (2004), ao estabelecer a necessidade de uma transformação da cultura da instituição de educação básica, visando a constituição de uma ‘ética ecológica e social’ capaz de dar protagonismo às populações que vivem em condições vulneráveis (PRONEA, 2004, p. 18), e também pode ser um indicativo capaz de nos ajudar a compreender o processo migratório das espécies e, em alguma medida, o manejo dos peixes, pois evidencia que na educação tradicional, tal compreensão não está presente. De acordo com McGrath et al (2008), manejo é uma prática de conservação baseada na organização das comunidades em áreas de pesca. Nesse sistema, são implementadas ações para proteger os estoques pesqueiros e promover o desenvolvimento sustentável para as populações locais.

Os entrevistados também mencionaram a defesa do meio ambiente como ação necessária à sobrevivência humana: “um dia tudo isso aqui pode acabar. As árvores, muito desmatamento, isso afeta até a gente” (AE1-d); “muita coisa acontecendo com nosso meio ambiente que vai trazer de alguma forma consequências para nós” (AE1-l), “nossa vida depende do meio ambiente” (AE1-m). Essa postura se alinha à compressão de Gama (2016), ao esclarecer que o papel da EA no processo de defesa do meio ambiente na formação de pessoas voluntariamente seduzidas pela busca de uma mudança na relação com à natureza. Com base nesses relatos, é possível considerar que a EA aqui identificada distancia-se de concepções tecnicistas de transmissão do conhecimento, aproximando-se de uma abordagem em que os conteúdos são trabalhados de maneira transversal, perpassando disciplinas curriculares ou não. Além da transversalidade, Reigota (2009, p. 14) também considera que a EA possui uma dimensão política, uma vez que “prepara os cidadãos e as cidadãs para exigir e construir uma sociedade com justiça social, cidadanias (nacional e planetária), autogestão e ética nas relações sociais e com a natureza”. Assim, pode-se afirmar que os estudantes, se tornaram participantes de uma experiência político-educacional que, em alguma medida, os preparou para outras instâncias da vida social.

A seguir, passamos para a análise das respostas à pergunta: “Que tipo de ações a escola/comunidade desenvolve para trabalhar com questões ligadas ao meio ambiente e

sustentabilidade?”. Esta pergunta teve como objetivo complementar a compreensão das respostas à primeira pergunta, por considerar que as concepções de meio ambiente sustentadas pelos sujeitos participantes têm relação direta com as ações desenvolvidas com essa finalidade na sua localidade/comunidade escolar. Neste sentido, emergiram respostas inscritas nos eixos temáticos ligados ao meio ambiente e à sustentabilidade, sobretudo ao princípio de estimular à consciência coletiva em relação à finitude dos recursos naturais indispensável à manutenção da vida humana.

AE1-a, ao responder que “a comunidade desenvolvia vários projetos sobre preservação dos peixes, que tinha o tempo que a gente podia pescar de malhadeira, só de tarrafa, de anzol. Reuniões comunitárias que sempre a gente participava quando a Z-20 ia lá”, menciona ações relacionadas à conservação de peixes e reuniões comunitárias promovidas pelos Núcleos de Base e Conselhos Regionais de Pesca, ambos ligados à Colônia de Pescadores Z-20. Estes se reúnem mensalmente para discutir a situação dos acordos de pesca, instruções normativas, organização comunitária e debater as ações de conservação dos lagos de pesca e demais demandas relacionadas ao meio ambiente.

Essa dinâmica de organização favorece a melhor gestão das águas continentais, possibilitando o uso racionalizado e democrático dos recursos, preservando os estoques pesqueiros, conservando e ordenando bacias hidrográficas ou ecossistemas de várzea (SAPOPEMA, 2021). Considerado um dos principais instrumentos de conservação de peixes na região, o processo de discussão sobre acordos de pesca⁷¹ envolve uma série de critérios que visam o reconhecimento jurídico de ações como: 1) mobilização de moradores; 2) reuniões comunitárias; 3) assembleia intercomunitária; 4) retorno das propostas discutidas e aperfeiçoadas para as comunidades; 6) encaminhamentos ao IBAMA; 7) Divulgação de portarias; 8) monitoramento e 9) Avaliação. Desde suas primeiras etapas de execução, esse conjunto de iniciativas exige dos envolvidos esforços e planejamento para se atingir diferentes marcos de conservação.

AE1-f relata que: “Quando nós estudávamos no ensino fundamental, nós fizemos uma horta que era ali atrás. Quando está na enchente vem muito lixo, plástico. Quando seca, a gente coleta o lixo”, em memória a uma das ações articuladas ao meio ambiente realizadas na escola foi a produção de canteiros para plantio de hortaliças.

71 Em 29 de junho de 2021, o Estado do Pará formalizou os acordos de pesca através do decreto N° 1.686 no Diário Oficial do Estado. Em 2011, o Governo Federal através de uma emenda constitucional, havia transferido a competência da regulamentação dos acordos para os Estados, e o Pará ainda não possuía regulamentação da legislação.

Segundo AE1-i a escola dialoga constantemente sobre a necessidade de reflorestar áreas desmatadas e realizar ações de plantios para recuperar locais degradados, conforme comenta a seguir: “Plantar árvores em áreas desmatadas pra preservar uma ilha que tinha em frente à escola” (AE1-i).

Já os entrevistados AE1-i e AE1-m associaram as atividades desenvolvidas pelo Projeto CCPA com o uso das tecnologias *Ictio* e *Foldscope* como ações relacionadas ao meio ambiente e sustentabilidade desenvolvidas pela escola/comunidade. Também surgiram nos diálogos, ações de reflorestamento em áreas desmatadas: “A escola fazia plantação de árvores na época do projeto várzea (AE1-o), cultivo de plantas: “quando eu estudava no ensino fundamental, a gente cultivava plantas” (AE1-j), e palestras nas escolas: “pra conscientizar os alunos e os moradores da aldeia pra cuidarmos do meio ambiente pra que não venhamos causar danos a nós mesmos depois. Há sempre algumas palestras visando isso” (AE1-m).

Apesar de figurar em episódios esporádicos nas unidades escolares dos entrevistados, a EA parece se sobressair na memória dos entrevistados das duas localidades lócus desta pesquisa. Com base nos diálogos aqui apresentados, é possível inferir que embora nem sempre ocupe um espaço próprio e institucionalizado, a EA se populariza de maneira não formal, sendo trabalhada por professores, comunitários e ativistas preocupados com o futuro do ecossistema. No entendimento de Gohn (2009), a educação não-formal possui caráter menos burocrático, estabelecendo programas de trabalho que se associam à ideia de cultura, com aprendizados flexíveis, desdobrando-se em áreas de formação para a cidadania, tais como educação para os direitos, para igualdade, democracia, justiça social, liberdade e contra a discriminação.

Em síntese, os entrevistados apontaram as seguintes ações ligadas ao meio ambiente e sustentabilidade desenvolvidas pela escola/comunidade: 1) conservação do estoque pesqueiro; 2) reuniões comunitárias; 3) ações de coleta de lixo nas praias da comunidade, limpeza e conscientização do descarte apropriado do lixo; 4) produção de canteiros para plantio de hortaliças; 5) diálogos sobre a necessidade de reflorestar áreas desmatadas; 6) ações de plantio e reflorestamento para recuperar locais degradados; 7) atividades desenvolvidas pelo Projeto CCPA com uso do *Ictio* e *Foldscope*; 8) palestras nas escolas.

Esta observação se alinha à proposta envolvendo “laboratórios de educação para a sustentabilidade”, tal como apresentada por Schmidt (2010, p. 56), abarcando os espaços de melhoria de vida pautados num entendimento de relação homem-homem e não apenas homem-ambiente, o que implica dizer que é necessário não apenas aprender a evitar a destruição dos ecossistemas, mas também considerar aspectos ligados ao crescimento da pobreza, fatores de desigualdade e exclusão, conflitos sociais, dentre outros. Loureiro (2004) por sua vez, considera

que a EA, pode representar uma oportunidade ímpar para diminuir os impactos das desigualdades ampliadas pela concentração do capital.

5.6.1.2 Fatores limitantes

No tocante à busca pelos fatores limitantes ligados à EA, a primeira pergunta foi: “Que tipo de ações a escola/comunidade desenvolve para trabalhar com questões ligadas ao meio ambiente e sustentabilidade?”. Desta, foram obtidas as seguintes respostas: “Bem poucas atividades. Só uma que eles catavam lixo da beirada. E ensacavam e levavam para a cidade para jogar no lixão eu acho” (AE1-b); “A escola assim não tem. As vezes que tem coleta de lixo. Convida, reúne os alunos, alguns comunitários para coletar o lixo da beira do rio pra fazer o descarte devido dele” (AE1-c); “Teve uma época que fizeram um projeto sobre meio ambiente, mas eu não tô muito lembrada porque foi há muito tempo atrás. Eu ainda estava estudando o fundamental, sobre biodiversidade, algo assim” (AE1-d).

Entre os elementos dignos de destaque, está a resposta do AE1-b, que considera insuficientes as atividades realizadas pelo projeto nos âmbitos da sustentabilidade e do meio ambiente, além de mencionar as atividades de coleta de lixo, que pode ser percebida nos trechos: “[tivemos] bem poucas atividades. só uma que eles catavam lixo”. Na mesma linha de compreensão, AE1-c ao dizer que “A escola assim não tem. Às vezes que tem coleta de lixo”, afirma que a escola não possui atividades ligadas a EA. Segundo ele, em algumas ocasiões, a unidade convida os estudantes para coletar lixo da beira do rio. AE1-d afirmou não recordar com clareza de um projeto realizado no âmbito do meio ambiente porque já faz muito tempo desde que participou das atividades, que na época ocorreram durante o seu ensino fundamental. As falas dos três entrevistados destoam em relação aquelas apresentadas no contexto das possibilidades da EA, nas quais os entrevistados apontaram iniciativas variadas, como a conservação de peixes, orientação de descarte e coleta do lixo, produção de hortas, palestras, reflorestamento, cultivo de plantas e manejo de quelônios.

Este conjunto de respostas sugerindo o impacto reduzido do projeto sob a ótica de alguns estudantes, pode estar ligado ao fato de que muitas atividades desenvolvidas nas escolas não são voltadas para uma formação para toda a vida (ANDRADE, 2000). Entre os aspectos que podem prejudicar ações alinhadas a essa perspectiva, estão: condições infraestruturais inadequadas, superlotação de turmas e baixo investimento na formação professores. Andrade (2000) ressalta a importância do apoio de gestores e diretoria das instituições no processo de implementação de projetos de EA que sejam integrados ao cotidiano da escola. Para ele, ainda

que possam surtir algum tipo de efeito, iniciativas de curta duração costumam não ser capazes de desenvolver mudanças duradouras de hábito e consciência.

Se por um lado a educação ostenta lugar de destaque na formação de uma sociedade sustentável (PRONEA, 2004), por outro é preciso definir melhores estratégias para a sensibilização dos estudantes, que envolvam socialização e partilha de saberes, bem como a integração entre teoria e prática. Para Andrade (2000), somente a reflexão permanente pode ampliar possibilidades de conscientização e posterior construção de agentes transformadores. Nessa lógica, é conveniente que as escolas elaborem políticas de gestão ambiental, implementando ações com o intuito de reduzir danos e ameaças a natureza, promovendo modos de vida não destrutivo ao meio ambiente.

Ictio

As próximas perguntas abordam especificamente a experiência piloto do projeto CCPA. O primeiro questionamento foi destinado aos alunos envolvidos na estratégia de monitoramento, visando entender o que se lembravam das experiências envolvendo o aplicativo *Ictio* nas aulas, considerando o ano letivo de 2018/2019. Este questionamento teve como objetivo, estimular os estudantes a revisitarem mentalmente as situações de uso do aplicativo, no sentido de entender quais “lições” foram deixadas por elas, dois anos após realização da intervenção-piloto.

Para AE1-g, a experiência esteve fortemente ligada ao conhecimento de novas espécies de peixes e seus processos migratórios. Apesar do intervalo de tempo dificultar uma imagem mais completa das vivências do projeto, o entrevistado destaca a participação do processo de seleção para participar do projeto como um fator marcante: “fui escolhido pela assembleia da nossa aldeia, deu aquele nervoso que sempre o jovem tem né, mas foi através do *Ictio* que eu aprendi muitas coisas boas que eu não sabia”. Segundo ele, um dos conhecimentos construídos nessa época diz respeito à identificação do nome científicos das espécies presentes nos rios da própria região, os quais são conhecidos popularmente com outras denominações.

AE1-h recordou o processo de coleta participativa, o qual envolvia tanto alunos das escolas como demais comunitários, em especial os pescadores: “Quando as pessoas pegavam os peixes, a gente ia lá pra tirar foto e pesar pra fazer todo o processo que pedia lá” (AE1-h). Ao chegar dos lagos após pescaria, os pescadores comunicavam aos estudantes informações de sua saída, tendo em vista realizar o registro dos peixes a partir de fotos e contato direto com aquilo que foi pescado. A fala de AE1-h explicita o pensamento de Dias (2004), sobre a

importância de a EA ser estimulada e desenvolvida com os educandos, para resultar em maior integração com e participação em seu contexto, levando consideração a curiosidade e espírito de descoberta dos estudantes. Quando os temas abordados promovem a conscientização sobre o tema, o aluno se torna um potencial produtor e disseminador do conhecimento, sendo capaz de compartilhá-lo com seus familiares e demais membros da comunidade.

Para Andrade (2000), sair da sala de aula para praticar atividades na natureza pode tornar os conteúdos disciplinares mais atrativos, representar uma alternativa viável para conquistar melhores desempenhos de professores e alunos.

Assim, os alunos estariam não só trabalhando as questões ambientais de forma teórica, mas estariam também, de forma prática e real, desenvolvendo o comprometimento e as habilidades de como problemas podem estar sendo solucionados dentro da esfera de vida de cada um, através da participação na solução dos impactos causados na escola (ANDRADE, 2000, p. 50).

Entretanto, os limites impostos pelas condições humanas e estruturais, implicam muitas vezes, numa atribuição da responsabilidade a professores e diretores, que devido a essa imputação, ficam incumbidos de definir se desenvolverão atividades práticas, ou não, de forma que os alunos poderão vivenciar ações complementadas por aquilo que é feito dentro da sala de aula (ANDRADE, 2000).

Na sequência, AE1-i mencionou como lições aprendidas, as informações registradas no aplicativo, com identificação dos peixes, tamanho, peso, período permitido ou proibido de captura e quais poderiam ser comercializados: “A gente fazia as planilhas dos peixes que eram capturados [...] Quais eram os peixes que podiam ser comercializados (AE1-i). AE1-l ressaltou o conhecimento mediado pelo aplicativo para compreender o monitoramento de peixes: “Me ensinou bastante a monitorar os peixes. Lá tem várias formas de aprendizagem [...] Esse aplicativo foi muito interessante pra mim porque eu não sabia” (AE1-l). AE1-o relatou recordar das pesquisas sobre peixes e do movimento migratório: “a gente fazia sobre o peixe. Como que ele fazia a rotação no tempo da piracema (AE1-o).

Entender o processo migratório das espécies integra uma estratégia de EA, pois ajuda a fortalecer ações voltadas à EA, especialmente no estímulo ao envolvimento dos alunos ao ponto de torna-los ativos no processo de produção e execução de políticas ambientais (SATO, 2002) com uso de artifícios atrativos aos estudantes, como atividades artísticas, experiências práticas, visitas externas, produção de material através de reciclagem, tecnologias, dentre outras.

Para Caldart (2004), quanto mais cedo o estudante entrar em contato com a EA, maiores são as possibilidades do desenvolvimento de uma formação crítica e reflexiva, tornando estes

indivíduos mais atuantes na vida em sociedade, capacitando-os para reconhecer a necessidade de mudança de hábitos e busca de soluções para problemas e desafios coletivos.

Em linhas gerais, é permitido afirmar que o *Ictio* representou um recurso que colaborou com processos de produção de conhecimento e no fazer ciência, uma vez que os estudantes demonstraram que uma maior compreensão sobre aspectos interdisciplinares variados dos peixes, como nomes, períodos de desova e processo migratório. Por conseguinte, buscou-se entender como foi realizada a dinâmica de uso do app, resultando nas seguintes respostas dos estudantes:

AE1-a, observa em seu relato, aspectos sobre o tempo dedicado às coletas, mais precisamente, sobre o empenho investido na busca de reunir o máximo de informações para, em seguida, realizar os uploads: “Eu passava o tempo todo bem dizer, só deixava o celular mesmo quando ia dormir. Querendo fazer o máximo de pesquisa que eu pudesse pra mim aprender também né, porque eu sabia que ia servir pra mim como serviu” (AE1-a). O estudante considerou positivo para sua aprendizagem, pois o envolvimento com o aplicativo gerou um sentimento de pertencimento, ao ponto de o estudante utilizar-se de pronomes possessivos ao longo da entrevista: “Lá no **meu** aplicativo [...] no **nosso** aplicativo”. Esse modo de se referir ao *ictio* insinua a importância adquirida pela tecnologia mediante os processos de apropriação do recurso.

Esse comportamento dialoga com o processo de sensibilização descrito por Andrade (2000), ao assumir que, para superar a carência de EA nas escolas e comunidades é necessário estabelecer processos capazes acionar os afetos dos alunos. Trata-se de instigar os estudantes se engajar com responsabilidade nas propostas lançadas por professores, especialistas e ativistas da área, por meio de uma associação contínua entre teoria e prática. Para o autor, somente com o processo de reflexão permanente é possível converter a conscientização num agir transformador. Nesta lógica, é importante a elaboração de políticas de gestão ambiental pelas escolas, estabelecendo projetos que objetivem diminuir impactos ambientais e criar modelos não destrutivos para a natureza. Uma das estratégias apontadas é o sair da sala de aula para promover atividades de campo em áreas afetadas, dando concretude aos conceitos e ideias estudados durante as aulas (ANDRADE, 2000).

No entanto, ressaltamos aqui que a institucionalização da EA, neste caso, poderá contar com um forte aliado, que é **o fato da escola já estar envolvida em atividades práticas, de forma que os alunos poderão estar vivenciando atividades que complementam e são complementadas por aquilo que é feito dentro da sala de aula**. Assim, os alunos estariam não só trabalhando as questões ambientais de forma teórica, mas estariam também, de forma prática e real, desenvolvendo o comprometimento e as habilidades de como problemas podem estar sendo

solucionados dentro da esfera de vida de cada um, através da participação na solução dos impactos causados na escola (ANDRADE, 2000, p. 50, grifo nosso).

Dessa forma, a participação dos alunos em experiências educativas entre a sala de aula e o rio, também engajou com o meio ambiente outros atores não envolvidos diretamente no projeto. Nos seguintes relatos dos entrevistados: “Muitas vezes também a gente ia esperar os pescadores pra tirar foto dos peixes, passar a informação das listas” (AE1-g); “Muitas vezes eu fui com meu pai que meu pai pescava né” (AE1-h); “Eu fazia o registro quando os pescadores chegavam” (AE1-i); “meu pai também gosta muito de pescar e quando ele chegava eu monitorava os peixes. Não só meu pai como os vizinhos quando saiam pra pescar eu ficava monitorando” (AE1-l) são identificados pais, tios, vizinhos e pescadores, cuja ajuda na produção dos registros ocorreu durante e depois das saídas para a pesca. AE1-g comentou que conseguiu, durante uma das pescas realizadas com o tio, utilizar o *ictio* para registrar a tarrafeada⁷² e que os registros também foram feitos a partir da pescaria de outros pescadores da comunidade que informavam a chegada de certos peixes, ou seja, essa dinâmica envolveu indiretamente moradores da região no processo de uso da tecnologia digital para monitoramento das espécies. AE1-h relatou que realizava as coletas durante a pesca do pai e dos tios, que o acionavam imediatamente quando chegavam com os peixes. AE1-i registrava quando os pescadores desembarcavam. AE1-l disse que gosta muito de pescar, pois nestes momentos realizava com o pai atividades de monitoramento baseadas no *ictio*. Também registrava a pesca dos vizinhos numa rede informal de troca de conhecimentos e relações sociais: “Não só meu pai como os vizinhos quando saiam pra pescar eu ficava monitorando” (AE1-l).

A integração entre os membros de uma mesma comunidade, representa o que há de mais valioso em um processo de EA: a união pela defesa do ecossistema. Andrade (2000), relaciona a cooperação, participação e autonomia dos atores envolvidos a um processo de EA fundamentado em valores compartilhados pelos e com os profissionais das escolas. O autor defende que a escola deve ser reconhecida como uma unidade impactante, no sentido de reduzir impactos sociais e promover o desenvolvimento de habilidades para lidar com tais problemas. Para ele, o que deve ser buscado ultrapassa as fronteiras dos objetivos curriculares exclusivamente, incluindo também a resolução de problemas concretos do mundo real.

Sobre a percepção dos impactos do projeto na aprendizagem dos estudantes, foi feita a seguinte pergunta: “Como avalia a impacto do *Ictio* no que diz respeito ao processo de aprendizagem dos conteúdos estudados no ano letivo de 2018/2019?”. Essa indagação resultou

⁷² Ato de usar tarrafa. Ver página 95.

nas seguintes respostas: “Contribuiu sim porque gerou novos conhecimentos que eu não sabia e é um aplicativo bastante interessante e eu tenho certeza que aqueles que participaram desse aplicativo vão ter bastante conhecimento” (AE1-l) e “eu aprendi muitas coisas principalmente a rotação que o peixe fazia. De onde ele sai, até onde que ele chega” (AE1-o).

Nas falas de AE1-l e AE1-o, voluntários no uso do aplicativo *Ictio*, os impactos foram identificados nos indícios de estímulo à construção de novos conhecimentos compartilhados coletivamente, possibilitando novos caminhos para a compreensão do ecossistema fluvial, mais precisamente, do processo migratório das espécies de peixes. Rodrigues e Colesanti (2008) ressaltam que o desenvolvimento das novas tecnologias da informação e comunicação ampliaram as possibilidades na educação escolar, uma vez que propiciaram a sensibilização e o conhecimento de ambientes diferenciados e dos seus problemas por parte dos alunos. Por intermédio dessas tecnologias, estabelece-se um processo de mudança nos principais suportes e recursos didáticos das informações para o meio digital, o qual “acarreta alterações na forma de pensar, que passa a funcionar” em rede, gerando novas formas de comunicação e de aprendizagem diferentes das que são tradicionalmente utilizadas (RODRIGUES; COLESANTI, 2008, p 63).

Nessa lógica, estabelece-se a possibilidade de transformação dos processos de conhecimento baseados na interface entre comunicação e educação, já que os estudantes submetidos a processos emancipatórios de EA serão cultural, social e ambientalmente mais engajados na defesa de seus territórios, estabelecendo alianças e diálogos fecundo em relação aos demais sujeitos que ainda não tiveram as mesmas experiências.

Foldscope

As próximas respostas que exploram as possibilidades do projeto no âmbito da EA foram obtidas dos questionamentos “Você utilizou o *Foldscope*? Como?” e “Como avalia o impacto do *Foldscope* no que diz respeito ao processo de aprendizagem dos conteúdos estudados no ano letivo de 2018/2019?”. As perguntas foram direcionadas apenas aos estudantes que tiveram contato com a referida tecnologia.

Nos trechos que se seguem, sobre o uso do microscópio de papel, os estudantes relatam o que descobriram ao coletar amostras de água dos lagos, rios e do poço da escola após a participação em oficinas de capacitação para utilização: “vimos que tinha ameba” (AE1-b); “A gente viu uma presença muito grande de ameba. As pessoas sofrem muito no período do inverno com diarreia, doenças assim, mas eu não sabia que tinha relação com isso” (AE1-c); “foi uma

coisa muito importante pra gente saber as bactérias que tem na água que a gente consome no nosso dia a dia porque a gente consumia e a gente não sabia” (AE1-j).

AE1-c relatou que a comunidade enfrenta um problema sazonal: no inverno, quando as águas dos rios sobem, as pessoas adoecem com diarreias e, para o entrevistado, foi uma surpresa descobrir a quantidade elevada de protozoários neste período. Habitualmente, a enchente dos rios ocorre no período de janeiro a março, quando as águas do rio Amazonas começam a inundar as terras de várzea (SAPOPEMA, 2021). No período de abril a junho, ocorre a cheia, que é o período em que as águas do rio Amazonas inundam totalmente os ambientes de várzea.

Nesse sentido, o *Foldscope* se mostrou como um instrumento possibilitador de experimentos científicos aos estudantes, em que estes assumem o posto de protagonistas de diferentes processos de investigação e conhecimento. Por intermédio de atividades como a coleta de amostras e da análise bacteriológica, os mesmos puderam se apropriar de teorias e ampliando seu entendimento sobre a situação da água em ambas comunidades participantes do projeto.

Durante as entrevistas, AE1-d destacou que a cada nova coleta, os estudantes encontravam microrganismos diferentes: “A gente saiu pelos lagos, fomos fazer a coleta da água e usamos o microscópio de papel. Fomos conhecendo as bactérias que estavam na água. A cada coleta que a gente pegava, via algo diferente” (AE1-d).

AE1-j comentou sobre o compartilhamento dos microscópios para análise da água, destacando a utilidade das descobertas científicas para a rotina da comunidade, sobretudo no que diz respeito à identificação de microrganismos presentes no líquido utilizado na comunidade: “A gente usou juntamente com outros alunos. Fizemos a análise das águas e foi uma coisa muito importante pra gente saber as bactérias que tem na água que a gente consome e que causava muitas doenças” (AE1-j). A estudante fez menção ao envolvimento do secretário da escola nas coletas, já que ele possuía informações sobre os lagos de pesca onde foram coletadas amostras. Em seguida, as amostras foram analisadas na escola.

AE1-m mencionou que os estudantes realizaram oficina com os professores na comunidade, instruindo os participantes acerca sobre como montar e utilizar o instrumento. Foram analisados pontos de água da aldeia, microssistema, escola, rio e igarapé.

No que diz respeito ao processo de aprendizagem dos conteúdos estudados no ano letivo de 2018/2019, os participantes da pesquisa avaliaram o impacto do *Foldscope* da seguinte forma: “Foi a partir desse projeto que a gente conheceu mais em relação à ameoba [...] Os riscos que a gente corre. A gente tem que saber utilizar essa água filtrando, colocando tudo com higiene total. Então pra mim eu acredito que ajudou” (AE1-d); “Todo mundo teve a

oportunidade de conhecer algo, entrar mais na ciência, entrar mais fundo, apreender mais coisas” (AE1-f); “A a gente foi fazer a análise da água a pedido da professora de ciências [...] Envolveu toda a escola e os outros puderam aprender. Eu gostaria de participar de novo” (AE1-j); “A gente foi aprendendo sobre as bactérias que tinham na água e já deu uma força nos assuntos de ciências que a gente estudava” (AE1-g). Em todas as entrevistas, foi perceptível o entusiasmo ao relatar as experiências envolvendo o uso do microscópio de papel. Nos trechos grifados de AE1-d e AE1-g, a descoberta da presença de protozoários na água consumida pelas comunidades foi um indicador educativo sobre os cuidados com a higiene para saúde.

Segundo AE1-f, o *Foldscope* representou um importante recurso para cativar e capturar o interesse de alunos e professores, atuando como agenciador de formas de compartilhamento de conhecimento sobre a ciência na prática: “oportunidade de conhecer algo, entrar mais na ciência”.

Já AE1-j destacou que os resultados das pesquisas realizadas por eles foi um conhecimento até então nunca acessados. Também relata que, durante o período da experiência piloto, professores não envolvidos no projeto pediram aos alunos que fizessem exposição para outros estudantes da escola sobre o uso do microscópio, multiplicando as técnicas e aprendizagens desenvolvidas durante o processo. Manifesta o interesse em integrar novamente a equipe do projeto: “gostaria de participar de novo” (AE1-j).

Diante disso, é permitido afirmar que o engajamento dos alunos na promoção de conhecimentos ecológicos para outros alunos também se estabelece como uma possibilidade de mudança social, ambiental e cultural, uma vez que os estudantes submetidos a novos conhecimentos se convertem em potenciais agentes multiplicadores de temas, competências e ações de natureza ambiental, propagando conteúdos que podem alimentar práticas alinhadas à preservação ecológica.

Buscando compreender possíveis impactos do projeto para a escola, a aulas ou mesmo para o restante da comunidade, os estudantes responderam ao questionamento: A chegada do projeto CCPA trouxe mudanças e/ou contribuições para a escola ou as aulas? Quais?

Num primeiro plano, as respostas sugeriram que todos os estudantes perceberam algum tipo de mudança nos processos de aprendizagem a partir da implantação do projeto nas referidas localidades: “A gente ficou bastante animado. Veio um projeto, a gente participou, teve intercâmbio. Foi um período de muito conhecimento” (AE1-c); “Mudou tanto na educação quanto nas nossas vidas [...] Conhecemos novas pessoas [...] novos costumes e isso trouxe conhecimento tanto pra nós, pra vida” (AE1-d); “Pra nós na época trouxe mudanças por causa que a gente pôde ensinar as outras pessoas a como usar. Mostrar como usava o aplicativo e eles

ficaram assim felizes por a gente estar interagindo com esse projeto” (AE1-e); “Foi através desse projeto que muitas crianças já estão se influenciando, conhecendo as espécies de peixes que muitas vezes nem conheciam” (AE1-g); “A gente apreendeu e levamos para as outras pessoas que não sabiam como funcionava esse projeto” (AE1-h); “É um aplicativo que não só envolveu a escola como os moradores da aldeia [...] Eu espero que continue o projeto porque eu acho que o tempo foi muito pouco pra gente conhecer” (AE1-l); “Eu acho que a única mudança foi para os alunos do microscópio. Acho que foi a única coisa que teve de mudança” (AE1-o).

Para AE1-b, a principal alteração foi no aporte tecnológico concedido à escola que, na época em que foi realizada a intervenção, possuía apenas um computador (com defeito): “A escola tinha um único laptop que estava com falha e ganhou um que melhorou tudo” (AE1-b). Já os entrevistados AE1-e, AE1-g, AE1-h e AE1-l atribuíram o uso do aplicativo a um legado deixado para toda a comunidade, conforme os relatos que se seguem: “trouxe mudanças por causa que a gente pôde ensinar as outras pessoas também a como usar” (AE1-e); “através desse projeto muitas crianças já estão se influenciando, conhecendo as espécies de peixes que muitas vezes nem conheciam” (AE1-g); “Nós alunos fomos na escola apresentar para os professores, ensinar eles como fazer né. A mexer com o *Ictio* e *Foldscope*” (AE1-h); “não só envolveu a escola como os moradores da aldeia [...] Eu via como meu pai ficava bem feliz quando eu estava participando (AE1-l).

Para esses alunos, o uso de tecnologias possibilitou o acesso à informação e conhecimento, que, por sua vez, foram difundidos por eles próprios para os demais moradores da região. As mudanças foram notadas principalmente a partir das interações mediadas pelo desejo socialização e intercâmbio de experiências: “O conhecimento fica com a gente [...] A gente conheceu [...] novas pessoas. Teve um entretenimento ali. A gente acabou conhecendo o ritual deles lá, novos costumes e isso trouxe conhecimento tanto pra nós, pra vida” (AE1-d).

Compartilhando desta mesma percepção, AE1-e relata que uma das principais marcas deixadas pelo projeto foi justamente o estímulo às interações que favoreceram tais trocas de experiência. AE1-g ao explicitar que as crianças das escolas passaram a conhecer novas espécies de peixes, destaca que as tecnologias impulsionaram o senso de compromisso dos jovens que passaram a ser vistos como grupo de referência pela comunidade, devido à fato de saberem os recursos técnicos apresentados pelo projeto. Já AE1-h reforça que os estudantes tiveram a oportunidade de aprender e transmitir os conhecimentos acessados aos outros alunos e professores da escola a usar o *Ictio* e *Foldscope*. Para AE1-l as tecnologias foram recursos agregadores que permitiram o estreitamento de laços dentro e fora das salas de aula, uma vez

pais e demais familiares também demonstraram satisfação com a participação dele no projeto. Nesta linha, AE1-i percebeu que alguns alunos mudaram seu comportamento em sala ao serem expostos às experiências de aprendizagem auxiliadas por tecnologias.

Por outro lado, para AE1-c as mudanças foram passageiras, restritas ao período em que houve intercâmbio direto de conhecimento entre os participantes. Do mesmo modo, AE1-l lamentou o pouco tempo de realização do projeto e AE1-o afirmou que os impactos mais relevantes ficaram restritos aos alunos que realizaram as atividades de investigação subsidiadas pelo *Foldscope*. Sobre o fator citado por AE1-l, Silva (2017) considera que um dos grandes entraves de projetos de EA e inclusão digital é a falta de continuidade das ações devido, em boa medida, à ausência de recursos e manutenção dos equipamentos necessários às atividades.

Ainda assim, com base nos depoimentos reunidos, considera-se que o projeto proporcionou diferentes oportunidades de formação socioambiental, dialogando com a AE. Nesse contexto, o uso do app e *Foldscope* foram elementos facilitadores determinantes para a inserção dos jovens no fazer científico. As entrevistas também revelaram que essas experiências promoveram a conscientização em relação ao compromisso com a sustentabilidade, por meio das aprendizagens sobre os estoques pesqueiros da região e sobre a prática do manejo.

5.6.2 Tecnologias na educação

Esta categoria tem o objetivo de evidenciar as percepções e representações mais comuns relacionadas à inclusão e exclusão digital por intermédio das falas dos entrevistados. Desta forma, consideramos a ausência ou excesso de fatores que possam ter limitado a execução da experiência do Projeto CCPA. A categoria está organizada em dois subgrupos: Exclusão digital e Inclusão Digital. Abaixo são apresentados os fragmentos dos relatos dos entrevistados desta categoria e na sequência feita sua análise por grupo/pergunta.

5.6.2.1 Possibilidades

Ao questionar “O que você entende por tecnologia?”, buscamos captar os sentidos e significados da tecnologia para os estudantes envolvidos no projeto CCPA. A análise parte da identificação das unidades de registro por intermédio de unidades de contexto, as quais, por sua vez, são definidas em função tema da pergunta e sua relação com o grupo desta subcategoria, nomeadamente a “possibilidades” que se encontram no contexto da tecnologia no processo educativo.

Surgiram relatos dos entrevistados AE1-a, AE1-c, AE1-d, AE1-j e AE1-m que associam a tecnologia à condição de recurso para melhoria de vida das pessoas, ao nos possibilitar, por

exemplo, estabelecer melhores condições de vida e de aprendizagem: “as coisas que a gente não sabia, agora a gente já pode ir pela internet e já consegue entender” (AE1-a⁷³); “Tecnologia são técnicas que a gente usa pra melhorar” (AE1-c); “Tecnologia veio pra ajudar bastante a gente” (AE1-d); “Tecnologia é muito importante principalmente pra nós jovens que a nossa era é a era da tecnologia” (AE1-j); “Tecnologia pra mim é um meio que facilitou muito a nossa vida. A gente pode aprender, obter conhecimento através dela” (AE1-m). É válido mencionar que AE1-a não era mais estudante da escola na época em que as intervenções foram realizadas. Ao ouvir falar do projeto, buscou informação e demonstrou interesse em participar, já que, segundo ele, integrar as ações do projeto, representaria uma forma de ter acesso a novos conhecimentos: “E eu não tive nem dúvida de dizer que não. Era porque justamente o que eu queria aprender né”.

Estas compreensões se aproximam da definição de “tecnologia” estabelecida por Selwyn (2011), para quem estas propiciaram grandes transformações ao cotidiano dos seres humanos, alterando diferentes práticas sociais, do trabalho ao lazer, apresentando-se como saída para melhorar as condições da vida de diferentes povos em diferentes épocas (SELWYN, 2011). Um exemplo pode ser notado no depoimento de AE1-d, ao falar sobre o processo de evolução do transporte familiar ribeirinho, especificamente, a respeito das rabetas, isto é, canoas motorizadas movidas a combustível (óleo diesel/gasolina) que surgem formas evoluídas das canoas à vela. Essa nova modalidade de transporte mudou significativamente a rotina dos moradores das regiões alagadas, fazendo com que estes pudessem se deslocar com mais agilidade e sem demandar o grande esforço físico decorrente da utilização do remo. AE1-d recordou o tempo em que, em outros tempos, para chegar a Santarém numa canoa a vela, era necessário que os passageiros reservassem mais de um dia para a viagem para realizar uma viagem que, atualmente, dura cerca de uma hora e meia.

As respostas obtidas também identificaram as seguintes potencialidades da tecnologia: recurso de comunicação (AE1-d); meio para realização de pesquisas através do celular (AE1-h); ferramentas para conservação ambiental (AE1-i); instrumento para adquirir conhecimento (AE1-m). Essas associações espontâneas se aproximam da percepção de Lievrouw e Livingstone (2002, apud SELWYN, 2011, p. 18) no que tange à dimensão do uso do bem material de maneira a suprir a necessidade de práticas sociais.

⁷³ É válido mencionar que AE1-a não era mais estudante da escola na época em que as intervenções foram realizadas. Ao ouvir falar do projeto, buscou informação e demonstrou interesse em participar, já que, segundo ele, integrar as ações do projeto, representaria uma forma de ter acesso a novos conhecimentos.

Para entender a relação estabelecida pelos estudantes com as ações práticas envolvendo o uso das tecnologias, os entrevistados também responderam ao questionamento: “Que tipo de ações a escola desenvolve para trabalhar com as tecnologias nos processos de aprendizagem?”. Entre as respostas obtidas, constam: “Comecei a trabalhar com microscópio no ensino médio, na aula de biologia [...] chegou o professor do ensino médio e foi lá que eu comecei a usar. Aí a gente foi descobrindo as coisas, bactérias que estão nos legumes, que a gente não enxerga a olho nu” (AE1-d); “pesquisa de informação para outras pessoas que vem na escola perguntar algo, daí a pessoa vai lá e pesquisa e dá a informação certa. Ela tem ajudado na parte da pesquisa tanto para os que não estudam, quanto para aqueles que querem apreender” (AE1-f); “Como na nossa escola tinha o telecentro que lá a gente utilizava os computadores. Com esse projeto tinha os professores que nos ajudavam a manusear os computadores e depois que a gente passou a fazer o projeto a gente começou a usar o celular” (AE1-h); “Eles [professores] nos ensinavam a cortar texto, imprimir texto. Assim que nós usamos tecnologias na nossa aldeia” (AE1-g).

Em diálogo com os depoimentos acima, percebe-se que os pesquisados são capazes de identificar a presença de tais recursos na escola em situações específicas, como por exemplo: o uso de microscópio convencional na aula de biologia no ensino médio (AE1-d); metodologia da pesquisa (AE1-f); por meio de computadores do telecentro (AE1-h) onde os professores ensinavam a utilizar recursos, tais como digitar e imprimir trabalhos (AE1-g) visando integrar as tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem. Essas falas nos revelam e reiteram que a inclusão social é um processo plural, que envolve diferentes frentes, ações e competências. No entendimento de Pischetola (2016), ao garantir o acesso à informação, é possível gerar a liberdade para que sejam desenvolvidas habilidades críticas “que vão além da mera aptidão técnica, o acesso físico e material à tecnologia não é suficiente para gerar mudanças significativas” (PISCHETOLA, 2016, p. 50), de forma a promover um letramento digital.

Nessa lógica, a inclusão digital deve possibilitar a constituição de espaços democráticos onde pessoas de diferentes classes sociais, condições financeiras e regiões podem acessar, de maneira permanente, não só dispositivos e aparelhos conectados à internet, mas também os conhecimentos e as habilidades para manuseá-los de modo autônomo, produzir opiniões, formular questões pessoais e manifestar posicionamentos sobre questões de interesse público.

Portanto, ao analisar as respostas desta subcategoria definida inclusão digital, observamos que o conhecimento tradicional é um aporte para os estudantes que, com suas palavras, definiram as tecnologias como instrumentos para melhorar as condições de sobrevivência, sobretudo na busca por conhecimento e proteção ambiental.

5.6.2.2 Fatores limitantes

Ao retornar ao questionamento “O que você entende por tecnologia?”, foram identificadas unidades de registro que dizem ao tópico “**fatores limitantes**” em que se aproximam ao contexto de exclusão digital, conceito este discutido na seção 2, e que no entendimento de Gomes (2002), consiste em um conjunto de problemas muito mais amplo do que questões de ordem técnica ligada a acesso a tecnologias e aparelhos. A autora explica que a exclusão digital é um problema multifacetado, que perpassa em questões sociais, econômicas, culturais e políticas, já que, ao ampliar o acesso à internet entre a população mais vulnerável, “o cidadão tem o seu poder aumentado quando tem acesso ao conhecimento” (GOMES, 2002, p. 7). Trata-se de uma temática particularmente sensível no território brasileiro, já que, além das acentuadas distorções regionais, grande parcela da população ainda não dispõe do mínimo de recursos para se manter conectada. Segundo Gonsales (2021), em 2019, 71% dos domicílios possuía acesso à internet, escancarando uma forte desigualdade socioeconômica nos Estados brasileiros. Isto posto, a seguir são apresentadas as respostas obtidas dos entrevistados:

Ao ser instigado a dar exemplos, AE1-b relacionou o aparelho celular como única tecnologia à sua disposição, ainda que também tenha apontado o computador – equipamento que não sabe como operar: “Só celular. Não consigo mexer em computador, laptop. Pra mim tecnologia é só o celular” (AE1-b). Trata-se de um exemplo alimenta a hipótese de que a efetiva existência de uma tecnologia para o sujeito entrevistado está subordinada à sua aptidão para utilizá-la, isto é, aquilo que se domina, e se tira proveito. Esta é uma premissa defendida por autores como Kaplún (2010), que esclarece que o sujeito só consegue transmitir o que conhece, aquilo a que já foi apresentado e já está familiarizado.

Para AE1-e, a tecnologia está associada à utilidade que pode representar: “a tecnologia serve muito pra gente né”. Na sequência, o entrevistado associa esta compreensão à baixa velocidade percebida nos dispositivos conectados à internet na região. “Mas para as comunidades e aldeia ela ajuda, mas não tanto em questão por causa que ela é lenta né. Não chega pra gente uma internet boa” (AE1-e). Nesse caso, é possível perceber que, para ele, a tecnologia corresponde às formas de comunicação conectadas à rede e que frequentemente são afetadas pela qualidade limitada de serviços de internet. Trata-se de uma representação que está associada à consolidação de um novo espaço de uma comunicação, chamado de “Galáxia da Internet” (CASTELLS, 2003). Ao não obter acesso à internet e seus avanços, os segmentos mais vulneráveis são preteridos das formas de participação social, cultural e política, isto é,

estão impedidos de adentrar espaços de exercício da ciberdemocracia, tal qual estabelece (KERCKHOVE, 2008).

Num primeiro momento, AE1-g define a tecnologia como aparelhos que conduzem informação, como o celular, o rádio e a televisão. Entretanto, apesar de definir a tecnologia como algo útil, mas, assim como AE1-b, associa sua eficiência à capacidade de usá-la: “A gente tem uma tecnologia boa, mas muita das vezes nós não sabemos utilizar”. Essa compreensão se inscreve no debate promovido por Lévy (1999), sobre a necessidade de formação e alfabetização dos usuários para um eficiente uso das tecnologias, preparando-os para lidar com os riscos e as oportunidades da cibercultura e do digital. Nessa perspectiva, quanto melhor é a preparação dos atores sociais envolvidos, maior será a qualidade de seu engajamento na rede e sua capacidade de construir redes colaborativas baseadas na troca de conhecimentos e experiências.

A seguir, passamos para a análise das respostas à pergunta “Que tipo de ações a escola desenvolve para trabalhar com as tecnologias nos processos de aprendizagens?”:

Na minha aldeia temos o telecentro onde a gente tem doze computadores com wifi. Só que desde quando começou a pandemia, o acesso a esses computadores foi diminuindo. Deu alguns problemas nos computadores e dificultou o acesso. Quem tinha celular era bom né. Porque a escola não tinha em si uma tecnologia pra ajudar nisso. Nós alunos, moradores da aldeia a gente precisa muito de tecnologias que nos ajudem e que possa estar nos orientando e a gente possa estar buscando conhecimento pra dentro da nossa aldeia. A gente vê que a tecnologia é a melhor forma de conscientizar as pessoas. Pra gente não ficar pra trás. Eu gostaria que fosse implantada uma tecnologia na escola ou pelo menos melhorasse mais as que nós temos lá (AE1-m).

Na opinião de AE1-b e AE1-c sua escola não desenvolveu nenhuma atividade integrando tecnologias aos processos de aprendizagens: “Nenhuma” (AE1-b); “Quando eu estudei, não teve nenhuma né” (AE1-c). AE1-i atribui essa escassez à carência de equipamentos da escola localizada em região de várzea: “A escola desenvolvia pouca coisa na área de tecnologia porque fica na região de várzea e a gente não tem muito acesso à tecnologia” (AE1-i), enquanto AE1-j associa essa lacuna à constante falta de energia elétrica que dificulta o uso de certos aparelhos: “A gente não tinha tanta disponibilidade de tecnologia na escola porque não tinha energia elétrica” (AE1-j). Mesmo sendo de outro território, a mesma justificativa é dada por AE1-l, que destacou que, apesar da existência de um telecentro, sua comunidade também enfrenta problemas devido às instabilidades do sistema de energia solar, limitando o acesso do mesmo pelos alunos: “Mas não foi pra frente porque é bastante difícil pra lá” (AE1-l). Sobre o telecentro, AE1-m ressaltou que, mesmo dispondo de doze computadores, problemas operacionais têm inviabilizado um padrão qualificado de acesso à rede, espaço do qual eles

necessitam para buscar conhecimento: “Deu alguns problemas nos computadores e dificultou o acesso [...] Eu gostaria que fosse implantada uma tecnologia na escola ou pelo menos melhorasse mais as que nós temos lá” (AE1-m). Também entende que a tecnologia é a melhor forma de conscientizar as pessoas sobre temas variados, e que, para ele, não utilizar a internet significa “ficar pra trás”, alimentando o desejo de que sejam implantadas tecnologias capazes de melhorar a situação da comunidade.

Esses depoimentos estão em consonância com as reflexões sobre exclusão digital realizadas por Pischetola (2016) e Gomes (2002), para quem essa problemática está intimamente ligada ao agravamento da desigualdade entre regiões e grupos pertencentes a classes socioeconômicas distintas, caracterizando-a como um desafio multifacetado – e não apenas técnico. Nesse sentido, é oportuna a reflexão de Fernandes e Braga (2018), que esclarecem a inclusão digital expõe a necessidade de, para além de disponibilizar os meios e ferramentas para o acesso à internet, é preciso possibilitar ações formativas com o objetivo de desenvolver os conhecimentos e competências para o uso adequado das tecnologias digitais, visando impulsionar melhores condições para o desenvolvimento humano de cada comunidade.

A fim de reduzir o contexto da exclusão digital na Amazônia, entre os anos de 2016 e 2019, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) desenvolveu ações específicas para facilitar a implementação de sistemas de acesso à internet. À época, o Departamento de Inclusão Digital vinculado à pasta instalou pontos de acesso à internet e distribuiu telecentros em diferentes comunidades da região por intermédio do Governo Eletrônico Serviço de Atendimento ao Cidadão (GESAC). Na região oeste do Pará, verificou-se que até o mês de julho de 2021, 26 telecentros estão conectados à internet, três não estão – sendo que destes, onze não possuem sequer energia elétrica durante as 24 horas do dia (QUADRO 11).

Quadro 11 - Situação de telecentros em municípios do Oeste do Pará.

Nº	Telecentro	Conectados à Internet	Com energia 24 horas
1	Vila Curuai – Santarém	Sim	Sim
2	Pedreira - Belterra	Não	Sim
3	Aramanaí – Belterra	Sim	Sim
4	Carão - Santarém	Sim	Sim
5	Centro Experimental Floresta Ativa - Santarém	Não	Sim
6	Mentae – Santarém	Sim	Não
7	Prainha do Maró - Santarém	Sim	Sim
8	Valha-me Deus – Juruti	Não	Sim
9	Castanhal – Juruti	Sim	Sim
10	Vila Anã - Santarém	Sim	Não
11	Anumã - Santarém	Sim	Sim
12	Parauá - Santarém	Sim	Sim
13	Cametá - Aveiro	Sim	Não
14	Pinhel – Aveiro	Sim	Não
15	São Miguel – Santarém	Sim	Sim
16	Solimões – Santarém	Sim	Não
17	Vila Amorim - Santarém	Sim	Não
18	Muratuba – Santarém	Sim	Não
19	Surucuá – Santarém	Sim	Sim
20	Vila Franca – Santarém	Sim	Não
21	Suruacá – Santarém	3G	Não
22	Vila de Boim – Santarém	Sim	Sim
23	Piquiatuba – Belterra	3G	Não
24	Nuquini – Santarém	Sim	Não
25	Belterra – Belterra	Sim	Sim
26	São Pedro – Santarém	Sim	Sim
27	Cachoeira do Aruã – Santarém	Sim	Sim
28	São Jorge – Belterra	Sim	Sim
29	Maguari – Belterra	Sim	Sim

Fonte: Projeto Saúde e Alegria, 2021.

Vale ressaltar que, apesar da existência de propostas para propiciar a infraestrutura necessária para o acesso à internet em áreas geograficamente distantes dos centros urbanos, muitos programas incorrem num problema recorrente nas propostas executadas com essa finalidade: a ausência de continuidade (SILVA, 2017).

Para entender a percepção dos estudantes sobre o que poderia melhorar nas tecnologias utilizadas pelo Projeto CCPA, foi feita a seguinte pergunta “Na sua opinião, o que poderia melhorar nas tecnologias trazidas às escolas da comunidade?”. Como resultado, foram obtidas as seguintes respostas:

AE1-a, AE1-g e AE1-l descreveram as limitações presentes no uso da internet como um fator adverso. Embora recebessem pacotes de dados para o envio das listas de registro do app *Ictio*, a dificuldade de acesso atrapalhou o processo, sujeitando muitos deles a procurar outras alternativas para registrar as informações coletadas, como viajar para Santarém e assim conseguir sinal: “a internet era muito difícil, a gente tinha que ir lá no colégio e enviar pro celular do [funcionário da escola] e ele enviava diretamente pra lá” (AE1-a); “a nossa internet pra cá é muito precária, só pega quando ela quer. Pra nós passar informação nós tínhamos que ir com o nosso coordenador do projeto e muitas das vezes ele já não tinha mais crédito. Era muito difícil pra nós” (AE1-g); “poderia melhorar a internet porque ficava muito dificultoso pra gente enviar as planilhas porque a internet não é muito boa em Solimões” (AE1-l).

Surgem nos relatos a necessidade de uma maior oferta e qualidade no âmbito dos equipamentos. Para AE1-d a quantidade de aparelhos celulares e computadores foi insuficiente: “Eu acho que deveria ter mais aparelhos pra isso” (AE1-d). Já AE1-j destacou a necessidade do uso do *Foldscope* que estava condicionado a utilização de um aparelho celular para visualizar os microrganismos. Quando os celulares foram destinados aos estudantes usuários do app *Ictio*, não conseguiram mais utilizar: “a gente tinha a oportunidade de ver melhor com aqueles celulares. Podíamos colocar na câmera do celular e ver os micro-organismos. Depois não foi mais disponibilizado pra gente” (AE1-j). Por sua vez, AE1-b reclamou da não autorização do uso do aplicativo e computadores para outros fins, demonstrando que gostaria de ter acesso a esses recursos para aprender mais sobre eles e dominar suas funções, para quando deixasse a comunidade entrar no ensino superior: “Trouxeram só um laptop e celulares que não podia usar. Devia ter mais computador pra gente aprender a mexer. Vai ter um tempo que a gente vai ter que sair pra cidade e como que nós vamos mexer?” (AE1-b).

Sobre isto, Pischetola (2017) esclarece que oportunizar o contato com meios de comunicação à população menos favorecida pode contribuir para atenuar problemas sociais presentes no nosso país. Viabilizar o uso dos computadores pode significar um cenário favorável às pessoas comuns fortalecerem de direitos fundamentais e se engajarem na esfera pública. Entretanto, Pischetola e Miranda (2019) também consideram que, no cenário em que o uso de tecnologias é associado aos processos de aprendizagem, é necessário admitir que mitos e idealizações sobre os resultados desse contato. Um deles, explicam as autoras, faz referência aos nativos digitais⁷⁴, conceito apresentado por Mark Prensky para demarcar a (suposta) habilidade inata às novas gerações no que tange o uso das tecnologias. Para elas, a questão é

⁷⁴ Para maiores detalhes, ver página 17.

muito mais complexa do que atribuir às crianças e jovens da atualidade a expertise para manusear tecnologias sem embaraços, tendo em vista que:

O verdadeiro desafio para a educação não é a técnica, mas o uso significativo das tecnologias, que inclui a capacidade de buscar, elaborar e compartilhar informações, para poder formar opiniões com base em fontes de informação confiáveis. Isso significa utilizar as tecnologias para além do lazer, da comunicação pelas redes sociais e do entretenimento, buscando novas formas de letramentos (PISCHETOLA; MIRANDA, 2019, p. 50).

Assim como considera Freire (1990), apud PISCHETOLA; MIRANDA, 2019), é fundamental potencializar as novas formas de letramento na cultura digital ultrapassando os esforços no desenvolvimento de competências estritamente técnicas, promovendo uma educação que contribuía com a construção de sujeitos autônomos, capazes de buscar e produzir seus próprios conhecimentos, e com isso convertendo-se em agentes de transformação social. Ao tecer críticas à concepção de Prensky (2001), Pischetola e Miranda (2019, p. 50) discordam da ideia de que as novas gerações “nascem sabendo” usar as tecnologias e que são mais competentes de que seus pais e avós neste âmbito. De acordo com as autoras, a natividade digital é um dos três principais discursos (problemáticos) que circulam no meio acadêmico da área da educação e tecnologias. Esse conjunto é constituída da seguinte forma: 1) os mais jovens são mais competentes no uso de tecnologias do que as gerações anteriores; 2) as tecnologias são fontes inequívocas de motivação na educação; 3) a internet é usada primariamente como um lugar de troca de conhecimento.

Sobre o que poderia melhorar no app *Ictio*, AE1-e sugeriu melhorar o detalhamento das informações do aplicativo, com a possibilidade de uma devolutiva instantânea – um acesso imediato aos dados coletados pelos mesmos. Já AE1-c acha que não tem o que melhorar, apenas que o projeto tenha continuidade porque a comunidade é carente e precisa de ações como esta.

Em relação às limitações do projeto, foram apresentados depoimentos, por meio dos quais, é possível identificar que a maior limitação do projeto se deu em decorrência da ausência ou precariedade de conexão à internet. Como já foi relatado em momentos anteriores, essa situação impediu que os usuários do app realizassem o upload das listas, obrigando-os a se deslocar até a cidade para isso ou que entregassem o aparelho a algum membro da comissão gestora da escola. Os atores sociais da pesquisa AE1-a, AE1-e, AE1-m e AE1-o foram unânimes ao apontar que a (qualidade da) internet foi o principal obstáculo para o uso do aplicativo: “a gente tinha que ficar procurando [sinal]. Era isso que eu achava ruim né” (AE1-a); “Não dava pra gente enviar de lá porque a gente não tinha internet, a gente tinha que vim pra cá pra poder rotear na escola” (AE1-e); “quando era pra enviar os dados coletados, tinha essa dificuldade. Foi uma das limitações” (AE1-m); “A internet [era um problema] porque a

gente tinha que levar o celular lá na escola ou se não, tinha que levar lá em Santarém. Às vezes a gente tinha despesa pra levar o celular na cidade” (AE1-o).

Pischetola (2017) explica que, ao propiciar conexão à internet às populações mais pobres, estamos estabelecendo – ainda que de forma modesta – meios para enfrentar as disparidades econômicas e sociais, promovendo alternativas para que estas pessoas tenham acesso a direitos e exercer sua cidadania. Nesta relação, sustenta-se a necessidade de uma relação dialógica entre o desenvolvimento humano e as tecnologias de informação e comunicação, de modo a permitir que as competências técnicas se convertam em oportunidades concretas de engajamento e transformação da realidade.

Outro aspecto apontado pelos entrevistados diz respeito à aparente falta de compromisso do corpo técnico de uma das escolas com as atividades do projeto. Esse ponto de vista foi evidenciado AE1-c e AE1-j, que mencionaram a ausência de envolvimento satisfatório de um dos funcionários da unidade em uma das atividades de apresentação do projeto, na qual a escola havia se responsabilizado em conduzir a edição manual de um vídeo mostrando a participação dos alunos na experiência. Entretanto, o combinado não foi cumprido e os alunos se sentiram desestimulados por conta da quebra de expectativas: “Saiu um fiasco. Eu fiquei com vergonha” (AE1-c);

Uma coisa que nós achamos muito ruim, foi o nosso representante aqui da escola, porque quando a gente fez os vídeos pra mostrar o que teve, era pra gente entrevistar os pais, funcionários da escola. Ele ficou de editar, fazer uma coisa legal né, pra apresentar lá só que na hora. Ele não fez o que ele tinha falado [...] faltou mais empenho dele, porque a gente se empenhou bastante (AE1-j).

Na visão dos alunos, o desempenho do responsável pelo projeto foi pouco satisfatório. Sobre isso, Andrade (2000) sugere que as condições concretas às quais professores e corpo técnico estão cotidianamente submetidos nas escolas podem ser obstáculos na implementação de ações de EA. Ao discorrer sobre os desafios da educação contemporânea, Selwyn (2021), argumenta que as tecnologias por si só não são capazes de promover transformações substanciais da educação, em especial na melhoria do desempenho de professores e alunos. Na visão do autor, não existem evidências sólidas que comprovem uma correlação direta entre uso de tecnologias na educação e melhoria da qualidade do ensino: “[...] a aprendizagem é um processo impreciso que está sujeito a uma variedade de influências. Portanto, não é possível dizer que a tecnologia X leva a ganhos de aprendizagem Y sem levar em consideração muitos outros fatores” (SELWYN, 2021, p. 7). Segundo o autor, na tentativa de verificar essas correlações, muitos pesquisadores da área tendem a alcançar resultados inconclusivos e que

“estudos em grande escala concluem que o uso da tecnologia às vezes está associado a melhorias modestas no desempenho de aprendizagem” (SELWYN, 2021, p. 7).

Ao abordar tecnologia digital e o futuro da educação, o autor aponta o predomínio daquilo que chama de “otimismo estúpido”, perspectiva idealizada que concebe o uso de tecnologias como instrumento para combater desigualdades irrestritamente. Selwyn (2021) indica que essa expectativa seria um tanto ambiciosa pois a efetivação dessa capacidade de transformação está condicionada por diversos fatores circunstanciais de ordem técnica e sociocultural. Um exemplo é uso das tecnologias durante o período da pandemia: mesmo com o uso de diversos recursos no ensino remoto, as instituições de ensino ainda não conseguiram alcançar (igualmente) seu público, por vezes excluindo os estudantes sem acesso doméstico à rede.

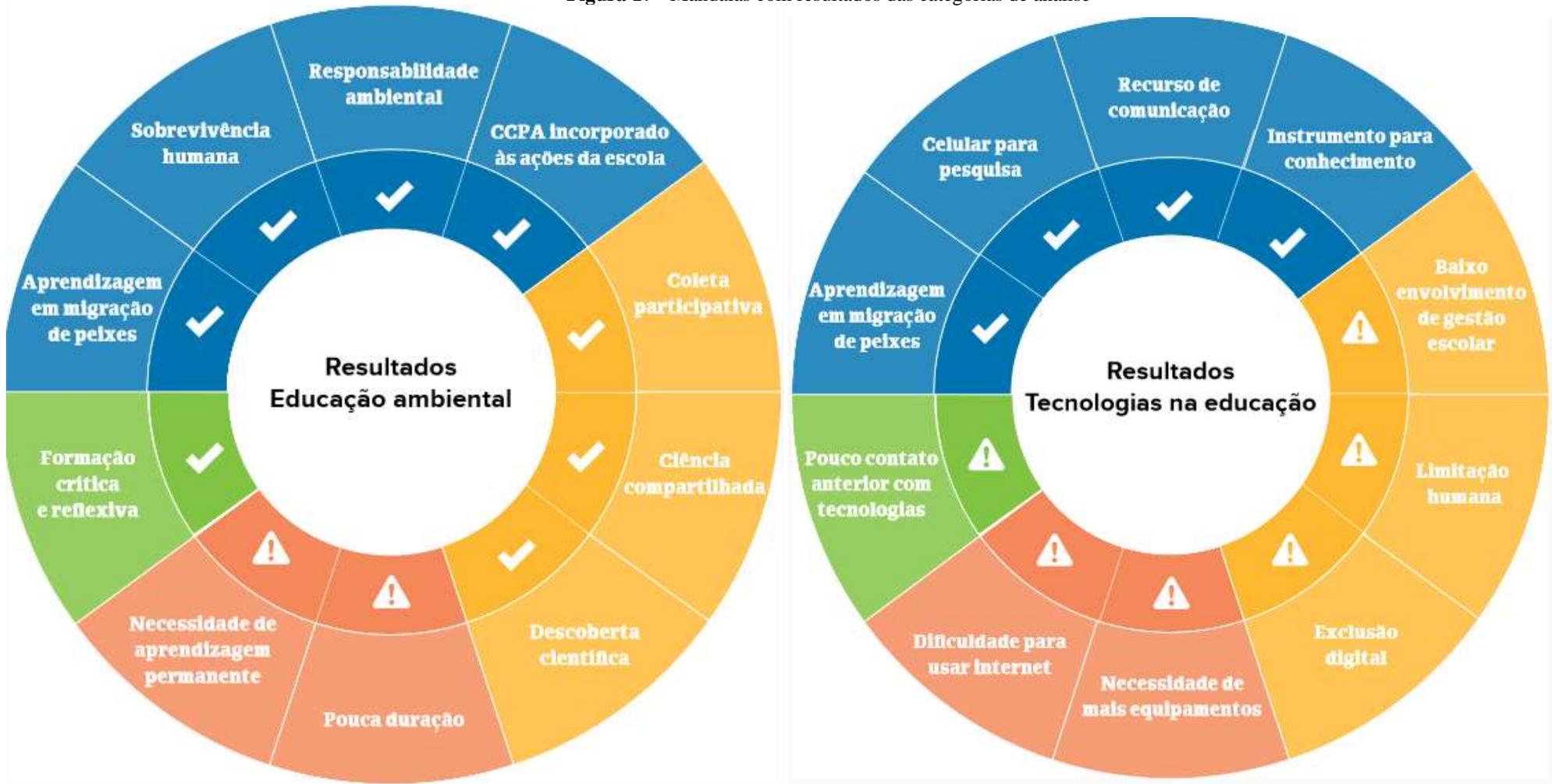
Por outro lado, entende-se que o exemplo da escola supracitada diz respeito a um docente sem vínculo permanente com a instituição. Por se tratar de uma escola anexa, não havia durante a fase da experiência piloto um professor efetivo que pudesse acompanhar as atividades com frequência. A professora que lecionava na escola morava em Santarém, e viajava para a comunidade apenas para lecionar e após isto, voltava para sua moradia o que a impossibilitava um maior envolvimento com as atividades. Já o diretor da escola responde por outra escola-polo e só visita a escola anexa quinzenalmente. Por isso, o acompanhamento das atividades realizadas pelo projeto foi atribuído a um auxiliar administrativo que acumulava outras funções, já que a unidade também ficou por um período sem servente e faxineira.

Por fim, AE1-h destacou a inviabilidade de dividir o uso de um único celular para mais de uma pessoa. Trata-se de uma situação decorre do número limitado de aparelhos disponíveis, o que gerou a necessidade compartilhamento: “Eu ficava uma semana com o celular e na outra semana tinha que dar pro meu outro colega. Aí as vezes ficava meio ruim pra dar, porque quando a gente recebia o celular já não vinha do jeito que estava [antes]. Vinha com problema já. Era muito ruim porque muitos alunos não tinham cuidado com os celulares”. Em uma avaliação realizada previamente pela coordenação do projeto⁷⁵, esta questão já havia sido apontada como um ponto fraco da experiência.

Finalmente, com base nos dados descritos até então, apresentamos a seguir os principais resultados da pesquisa na forma mandalas gráficas (FIGURA 27).

⁷⁵ Para maiores detalhes, ver página 107, quadro 10.

Figura 17 - Mandalas com resultados das categorias de análise



Fonte: Autora (2021). Disponível aqui.

Ao investigar o Projeto Ciência Cidadã, visando compreender os possíveis papéis formativos desempenhados pelas tecnologias nas propostas de educação, monitoramento da pesca e qualidade da água na aldeia Solimões e comunidade Aracampina em Santarém-Pará, identificamos possibilidades e fatores limitantes, os quais foram categorizados e organizados nas duas mandalas apresentadas acima. A primeira exhibe resultados sobre 1) Educação ambiental: pertencimento de causa e de responsabilidade social/ambiental, defesa do meio ambiente como ação necessária a sobrevivência humana, aprendizagem sobre o processo de desova e migração de peixes, Projeto Ciência Cidadã para a Amazônia incorporado às ações ligadas ao meio ambiente e sustentabilidade na escola, coleta participativa envolvendo comunitários (a integração de membros de uma mesma comunidade, representa o que há de mais valioso em um processo de educação ambiental: a união pela defesa do ecossistema), formação crítica e reflexiva, estudantes compartilham conhecimento sobre ciência na prática deixando legado para gerações mais novas e antigas (alunos submetidos a um processo de educação ambiental serão culturalmente, socialmente e ambientalmente mais engajados na defesa de seus territórios) e descoberta da presença de diferentes tipos de microrganismos na água consumida foi um indicador educativo sobre os cuidados com a higiene para saúde (A identificação microscópica pode representar um importante alerta para as populações que conhecem a qualidade do líquido que consomem), pouco tempo do projeto, poucas atividades realizadas pela escola/comunidade no âmbito da sustentabilidade e meio ambiente com ênfase para a coleta de lixo, ações desenvolvidas nas escolas não são voltadas para aprendizagem permanente – e alguns fatores contribuem para dificultar a prática da educação ambiental. Uma delas é a condição infra estrutural da escola, tamanho do prédio, quantidade de alunos matriculados, de professores e sobretudo, o interesse desses professores em participar de treinamentos voltados à EA. 2) Tecnologia na educação: recurso de comunicação, meio para realização de pesquisas através do celular, ferramentas para conservação ambiental, instrumento para adquirir conhecimento, dificuldade para definir tecnologia, as escolas onde estudam ou estudavam não desenvolve ou desenvolvia nenhuma atividade para trabalhar com tecnologias nos processos de aprendizagens, carência infraestrutural da escola localizada em região de várzea, comunidades se encontram num contexto de exclusão digital, dificuldade em usar internet para envio de listas, necessidade de mais equipamentos, ausência de envolvimento da comissão escolar e limitação humana.

Assim, este estudo atinge seus objetivos específicos ao descrever as ações formativas amparadas pelas tecnologias *Ictio* e *Foldscope* no tocante à educação ambiental e conservação das espécies aquáticas, identificando o significado e relevância das experiências envolvendo o

processo de monitoramento da pesca para a vida dos participantes e analisa a participação dos estudantes nas práticas educativas vinculadas ao uso do *Ictio* e *Foldscope* dentro e fora da sala de aula.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nestes tempos, vivenciamos retrocessos significativos na educação brasileira, os quais atingem, diretamente, direitos adquiridos por uma educação para as diferenças, autonomia, liberdade e para um saber-fazer em conjunto (ALVES, 2018, p. 35).

De carona nas palavras de Alves (2018), seguimos rumo às últimas linhas deste trabalho que se propôs a investigar os limites e as possibilidades das experiências no âmbito do Projeto CCPA no que tange ao papel educacional cumprido pelas tecnologias nas propostas de educação, monitoramento da pesca e qualidade da água na aldeia Solimões e comunidade Aracampina em Santarém-Pará.

A educação é contexto privilegiado para a transformação social, constituindo-se como um terreno de disputa em torno de diferentes projetos de sociedade e onde ocorrem conflitos de ordem política, econômica e cultural. Nesse cenário, iniciativas do terceiro setor tem se empenhado na tentativa de construir práticas capazes de ultrapassar o modelo da educação tradicional. As ações formativas amparadas pelas tecnologias *Ictio* e *Foldscope* podem ser consideradas exemplos desse tipo de esforço. Trata-se de uma proposta voltada à educação ambiental e conservação das espécies aquáticas, na qual foram identificados o significado e a relevância das experiências envolvendo o processo de monitoramento da pesca para a vida dos participantes. Também foi caracterizada a participação dos estudantes nas práticas educativas vinculadas ao uso das tecnologias dentro e fora da sala de aula.

Ao longo desta empreitada, os dados da pesquisa forneceram evidências sobre as relações entre educação, tecnologias e educação ambiental: 1) Os estudantes integrantes da rede de cientistas cidadãos associam o conceito de meio ambiente às ações humana para a conservação; 2) os alunos também demonstraram um sentimento de pertencimento à causa e à responsabilidade social/ambiental, preocupando-se com o futuro dos recursos naturais para as próximas gerações; 3) as escolas carecem de propostas transversais de educação ambiental que possam integrar a consciência ambiental às demais dimensões da vida social; 4) os territórios com organização comunitária ativa apresentam maior possibilidade de lograr êxito em ações de conservação da biodiversidade e na implementar ações efetivas de EA; 5) *Ictio* e *Foldscope* contribuíram na produção de conhecimento e vivência do fazer ciência; 6) coletas participativas envolveram não apenas alunos e professores, mas também outros membros das comunidades, como familiares dos alunos; 7) Escolas ribeirinhas e indígenas tendem a experimentar a exclusão digital de formas particulares em relação às escolas da região urbana e 8) Estudantes apontaram a quantidade limitada de aparelhos celulares como um obstáculo nas atividades baseadas no uso do *Ictio*.

Ao pesquisar sobre cultura digital, sociedade, tecnologias, desenvolvimento humano e inclusão sociodigital, foi possível observar a complexidade dos arranjos existentes entre esses elementos. Por um lado, a pesquisa identificou indícios de exclusão digital ligados à carência infraestrutural presente em muitas das escolas ribeirinhas da Amazônia, à dificuldade de acesso à internet, às raras atividades que envolvem a integração das tecnologias aos processos de aprendizagem, à escassez de equipamentos de tecnologia da comunicação e informação e ao envolvimento precário da gestores e agentes administrativos nas atividades do projeto. Por outro, também se observou que, para os estudantes, as tecnologias são encaradas como potenciais ferramentas de sociabilidade, meio para a realização de pesquisas e busca por informação, e recursos que auxiliam nas ações voltadas à conservação ambiental. À sua maneira, esses fatores reforçam a urgência no planejamento, desenvolvimento e implementação de projetos que, em alguma medida, consigam suprir a escassez de políticas públicas de inclusão digital.

Em se tratando de educação ambiental, cabe ressaltar que foi comum o anseio de defesa ambiental entre a maior parte dos estudantes, moradores da comunidade e aldeia pesquisadas. Para eles, proteger a floresta é uma ação necessária para todos(as) e qualquer ação que se proponha a de alguma forma contribuir para o cuidado da biodiversidade é aceita, mesmo diante dos obstáculos, como o tempo reduzido de duração do projeto e número limitado de atividades realizadas pela escola/comunidade no âmbito da sustentabilidade e meio ambiente.

Não obstante, apesar das restrições de técnicas das escolas, notou-se que os estudantes reconhecem as aprendizagens decorrentes da compreensão sobre o processo de desova e migração de peixes. Do mesmo modo, associam o Projeto CCPA às ações ligadas ao meio ambiente e sustentabilidade na escola, como a coleta de dados de forma participativa envolvendo comunitários. Para esses estudantes, a descoberta da presença de diferentes tipos de microrganismos na água consumida, foi um importante fato pedagógico sobre a necessidade maiores cuidados com a higiene para saúde, já que a identificação microscópica atuou como alerta para as populações sobre a necessidade de conhecer a qualidade da água que consomem.

A integração entre membros de uma mesma comunidade enseja inúmeras formas de engajamento em defesa do ecossistema. Enquanto compartilham conhecimento sobre ciência na prática de modo a deixar um legado para as novas e antigas gerações, os alunos envolvidos em processos de educação ambiental se mostram cultural, social e ambientalmente mais proativos na defesa de seus territórios.

Diante dos fatos aqui elencados, também é conveniente pontuar algumas das limitações desta pesquisa. Em decorrência da pandemia Covid-19, os instrumentos de coleta precisaram

ser readequados ao longo do trabalho, devido à impossibilidade de realizar as entrevistas de modo presencial e da instabilidade no sinal de telefonia móvel nas comunidades em foco nesta investigação. Desta forma, cogitou-se como alternativa a aplicação de formulários online através da plataforma Google, permitindo que os usuários fossem fornecessem suas respostas online. Todavia, diante da flexibilização das medidas restritivas e do número insatisfatório de respostas ao questionário, foi adotada a estratégia de realizar as entrevistas presencialmente. Para isso, foi necessário respeitar medidas de biossegurança e procedimento de testagem antes de realizar as viagens de campo.

Também definiu-se como recorte temporal da investigação o período da experiência piloto ocorrida entre os anos de 2018 e 2019. A continuidade do projeto poderia alterar os resultados, tendo em vista que em nova fase de implementação iria propiciar novos cenários, sujeitos e estratégias, como instalação de praças digitais em três comunidades e a replicação da experiência em outros nove territórios diferentes. Sendo assim, consideramos importante a continuidade deste estudo em um cenário com um maior número de comunidades atendidas, e num quadro sanitário mais seguro para a realização de uma investigação nas comunidades.

Este estudo contribui para o desenvolvimento acadêmico e profissional desta pesquisadora, que ao longo de quase três anos dedicou-se às leituras sobre tecnologias, educação e meio ambiente, em um contexto fora do ideal (pandemia), mas que certamente fortalece a compreensão sobre os temas estudados. O mestrado nos desafia a evoluir, buscar novos caminhos e conhecimentos para a produção científica. Intentamos seguir nesta jornada em busca de novas perspectivas e desdobramentos deste estudo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Inailde Corrêa de. **O papel da pesca na Eficiência Reprodutiva dos ribeirinhos do Baixo Tocantins: O caso do município de Mocajuba – PA.** Belém: UFPA, 2013.
- ALVES, Taíse dos Santos. **Território pesqueiro. Entre terra, água e educação.** Giramundo, Rio de Janeiro, v. 5, n, 10, p. 31- 41, 2018.
- ANDRADE, Daniel Fonseca de. **Implementação da educação ambiental em escolas: uma reflexão.** Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, Rio Grande do Sul, v. 4, p. 47-50, out./dez. 2000.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011.
- BERTOLDO; Aroldo Luiz; MILL, Daniel. Tecnologia. In: MILL, D. **Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância.** Campinas: Papirus, 2018.
- BONFIM, Samela. **Jovens de diferentes etnias participam do encontro Ciência Cidadã em Tefé no AM.** Blog Quarto Poder, 2018. Disponível em:<<https://www.blogquartopoder.com.br/2019/04/jovens-de-diferentes-etnias-participam.html>>. Acesso em 19 de julho de 2020.
- BONFIM, Samela. **Estudantes da várzea e comunidade indígena trocam experiência em Intercambio na Floresta.** Sapopema, 2019. Disponível em: <<http://www.sapopema.org/noticias/2019/4/20/estudantes-da-vrzea-e-comunidade-indigena-trocaram-experincia-em-intercambio-na-floresta>>. Acesso em 19 de julho de 2020.
- BRASIL. Conselho Nacional do Ministério Público. **Revista do CNMP: água, vida e direitos humanos.** Brasília: CNMP, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano,** Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- BUCKINGHAM, David. **Crescer na Era das Mídias: após a morte da infância.** Tradução de Gilka Girardello e Isabel Orofino. Florianópolis. 2006.
- BRUNO, Fernanda; (Org). **Tecnopolíticas da vigilância, perspectivas da margem.** São Paulo: Boitempo, 2018.
- BUCKINGHAM, David. **Cultura Digital, Educação Midiática e o Lugar da Escolarização.** Educação & Realidade, v. 35, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/13077/10270>>.
- CALDART, Roseli.; MOLINA, Monica. (Org.). **Por uma educação do Campo.** Petrópolis: Vozes, 2004. p. 18-25.
- CALDEIRA, Douglas G. **A utilização da ferramenta Whatsapp na construção da notícia: O jornalismo colaborativo no Telejornal JT 1ª edição.** Santarém, 2019.

CARLOMAGNO, Márcio C; ROCHA, Leonardo C. **Como criar e classificar categorias para fazer análise de conteúdo: uma questão metodológica.** Revista Eletrônica de Ciência Política, vol. 7, n. 1, 2016.

CARVALHO, Jaciara; FERREIRA, Giselle Martins dos Santos. Inclusão tecnológica. In: MILL, D. **Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância.** Campinas: Papirus, 2018.

CASTELLS, Manuel. (2009). **Communication Power.** In: PISCHETOLA, Magda. Inclusão digital e educação: a nova cultura da sala de aula. Petrópolis, Vozes: Rio de Janeiro, editora PUC-Rio: 2016. Cap. 1 Tecnologia, desenvolvimento e exclusão.

CASTELLS, Manuel. **A galáxia da internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade.** Tradução Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

CIÊNCIA COMUNITÁRIA, 2020. **Uma iniciativa local para fortalecer a cidadania ambiental.** Disponível em:

<https://www.amazoniacienciaciudadana.org/portugues/solu%C3%A7%C3%B5es/ci%C3%Aancia-comunit%C3%A1ria/>. Acesso em 20 de setembro de 2020.

CIÊNCIA Cidadã, 2021. **La base de datos de Ictio crece en el segundo trimestre del 2021.** Disponível em: <https://wcs.xibe.org/datos-ictio-junio-2021>. Acesso em 31 de julho de 2021.

CIÊNCIA Cidadã para a Amazônia. **Qué están registrando lxs cientistas ciudadanxs en Ictio este 2020?.** Disponível em:

https://www.amazoniacienciaciudadana.org/espa%C3%B1ol/novedades-1/registros-ictio/?preview_sid=863807. Acesso em agosto de 2020.

CIENCIA ciudadana para la Amazonia (2018). Disponível em:

cienciaciudadanaparalaamazonia.org. Acesso em 30 de novembro de 2020.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL. **Pesquisa sobre a utilização da internet.** Coordenação executiva e editorial: Alexandre F. Barbosa; São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2018. Disponível em: <http://data.cetic.br/cetic/explore>. Acesso em: 11 set. 2020.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL. **Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no Brasil: TIC Domicílios.** Coordenação executiva e editorial: Alexandre F. Barbosa; São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.cetic.br/pt/noticia/tres-em-cada-quatro-brasileiros-ja-utilizam-a-internet-aponta-pesquisa-tic-domicilios-2019/>. Acesso em: 11 jul. 2020.

DATHEIN, Ricardo. **Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX.** DECON/UFRGS, Porto Alegre, 2003.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e práticas.** São Paulo: Gaia, 2004.

Dicio. **Possibilidade.** 2019. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/possibilidade/>

DI FELICE, Massimo; TORRES, Julliana C; YANAZE, Leandro K. H. **Redes digitais e sustentabilidade: as interações com o meio ambiente na era da informação**. São Paulo: Annblume, 2012.

FERNANDES, Jarina Rodrigues; BRAGA, Fabiana Marine. **Inclusão digital**: In: MILL, D. Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância. Campinas: Papyrus, 2018.

FIELDKIT, 2020. **Monitoramento da água de baixo custo na Bacia Amazônica**.

Disponível em:

www.amazoniacienciaciudadana.org/portugues/solu%C3%A7%C3%B5es/fieldkit/. Acesso em 20 de agosto de 2020.

FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes**. Porto Alegre: Penso, 2013.

GAMA, Antônia do Socorro Pena da. **Educação ambiental e a construção da sustentabilidade na região de várzea de Santarém (PA) – Brasil**. Campinas, SP: 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

GLOBOPLAY. **Monitoramento de espécies migratórias nos rios da região é tema de projeto Ciência Cidadã, 2019**. <<https://globoplay.globo.com/v/7648866/>>. Acesso em 19 de julho de 2020.

GOMIDE, Uyara de Salles; NEVES, Inajara de Salles Viana. **Tecnologia Social**: In: MILL, D. Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância. Campinas: Papyrus, 2018.

GOVERNO do Pará paga R\$ 19 por um suco e salgado que custam no máximo R\$ 5. Roma News, Belém, 07 abr de 2020. Disponível em: <<https://www.romanews.com.br/cidade/governo-do-para-usa-o-decreto-de-calamidade-para-fazer-contratos/75197/>>. Acesso em 30 de julho de 2020.

GOHN, Maria da Gloria. **Educação não-formal, educador(a) social e projetos sociais de inclusão social**. Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 28-43, jan./abr. 2009.

GONSALES, Priscila. **Letramentos digitais e inclusão digital no Brasil contemporâneo**. São Paulo: Universidade de Campinas; Bristol: University of Bristol, 2021. Disponível em <<https://www2.iel.unicamp.br/researcherlinks/>>

G1 SANTARÉM E REGIÃO. **Jovens usam microscópio de papel para analisar água de rios e app que mostra migração de peixes, no PA, 2019**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/noticia/2019/01/18/jovens-usam-microscopio-de-papel-para-analisar-agua-de-rios-e-app-que-mostra-migracao-de-peixes-no-pa.ghtml>>. Acesso em 19 de julho de 2020.

HABERMAS, Jürgen. **Mudança estrutural na esfera pública: investigações quanto a uma categoria da sociedade burguesa**. 2.ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2003.

HAMMARSTRÖN, Fátima Fagundes Barasuol; CENCI, Daniel Rubens. **Direitos humanos e meio ambiente: a educação ambiental como forma de fortalecer a interrelação**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 2012.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. 2018**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html>

ICMBIO, Ministério Meio Ambiente. **Plano De Manejo Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns**. Brasília - DF, 02 de setembro de 2014.

ICTIO, 2018. **La aplicación para registrar observaciones de peces en la Cuenca Amazónica**. WCS.

ICTIO, 2019. **Ictio Data Terms of Use**. Disponível em: https://ictio.org/public/Ictio_data_terms_pt_BR.pdf. Acesso em agosto de 2020.

ICTIO, 2019. **Visão Geral do acesso a dados Ictio**. Disponível em: https://ictio.org/public/Ictio_data_policy_pt_BR.pdf. Acesso em agosto de 2020.

ICTIO, 2020. **La aplicación para registrar observaciones de peces en la Cuenca Amazónica**. WCS.

INPE. **A estimativa da taxa de desmatamento por corte raso para a Amazônia Legal em 2019 é de 9.762 km², 2019**. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5294

INPE. Inpe: desmatamento na Amazônia Legal tem aumento de 21,97% em 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-11/desmatamento-na-amazonia-legal-tem-aumento-de-2197-em-2021>

INSTITUTO ECOPOREÍ, 2019. **Uso do aplicativo para monitoramento da pesca na Bacia do Rio Madeira**. Disponível em: <https://ecopore.org.br/novo/uso-do-aplicativo-para-monitoramento-da-pesca-na-bacia-do-rio-madeira/>

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Relatório do Provárzea**. Santarém, agosto de 2006 (mimeo).

JACOBI, Pedro. **Sustentabilidade e práticas educativas**. Revista brasileira de Educação Ambiental. Brasília, 2004.

JACOBI, Pedro. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. São Paulo: Editora CEPAM, 1999.

KENSKI, Vani Moreira. **Cultura Digital**. In: MILL, D. Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância. Campinas: Papyrus, 2018.

KERCKHOVE, Derrick. **Da democracia à Ciberdemocracia**. In: DI FELICE, Massimo. Do público para as redes: a comunicação digital e as novas formas de participação social. São Caetano do Sul, SP: Difusão Editora, 2008.

KAPLÚN, Mario. Una Pedagogia de la Comunicación. In: APARICI, Roberto (org.). Educomunicación: Mas Allá Del 2.0. Barcelona: 2010.

LEMOS, André (Org). **Comunicação e mobilidade: aspectos socioculturais das tecnologias móveis de comunicação no Brasil**. Salvador: EDUFBA, 2009.

LEMOS, André. **Mídia Locativa e Territórios Informacionais**. Salvador: EDUFBA, 2006.
LÉVY, Pierre. **A espera pública do século XXI**. In: DI FELICE, Massimo; PEREIRA, Eliete (Org). Net-ativismo: Redes digitais e novas práticas de participação. Campinas, SP: Papyrus, 2017. Cap. 2.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: 1999.

LOUREIRO, Carlos Frederico B. **Educar, participar e transformar em educação ambiental**. Revista brasileira de educação Ambiental. Brasília, 2004.

LUCIANO, Weldon. **Aplicativo auxiliará no monitoramento de peixes migratórios**. Estadonet, 2018. Disponível em: <<https://www.oestadonet.com.br/noticia/13484/aplicativo-auxiliara-no-monitoramento-de-peixes-migratorios/>>. Acesso em 19 de julho de 2020.

MAMIRAUÁ, 2018. **Aplicativo “Ictio” permite registrar e compartilhar informações sobre peixes migratórios na Amazônia**. Disponível em: <https://www.mamiraua.org.br/noticias/aplicativo-ictio-permite-registrar-e-compartilhar-informacoes-sobre-peixes-migratorios-na-amazonia>. Acesso em 17 de setembro de 2020.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MCGRATH, David et al. Manejo Comunitário de Lagos de Várzeas e o Desenvolvimento sustentável da Pesca na amazônia. Novos Cadernos NAEA, [S.l.], v. 1, n. 2, dez. 2008. ISSN 2179-7536. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/4>>. Acesso em: 02 set. 2021.

MCLUHAN, Marshall. **O meio é a Mensagem**. São Paulo: Cultrix, 1969.

MEDHI, Gitarthi. **Creating Value With Industry 4.0**. Master of science in engineering And management at the Massachussts Institute Of Technology, 2016.

MEIRA, Luciano. **O que é Desenvolvimento Humano?** Caminhos Vida Integral, 2018
Disponível em: < <https://youtu.be/hN6liEzZH8M>> Acesso em 15 de agosto de 2020.

MILL, Daniel. **Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância**. Campinas: Papyrus, 2018.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, Brasília, 2016. **Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação**. Disponível em < <https://www.slideshare.net/MCTI/estrategia-nacional-de-ciencia-tecnologia-e-inovacao-20162019>>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Conceitos de Educação Ambiental**, 1999. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/educacao-ambiental/politica-de-educacao-ambiental.html>> Acesso em 15 de julho de 2019.

MINISTÉRIO Público vai investigar 'completo' de R\$ 19 do Governo do Pará. Roma News, Belém, 08 abr de 2020. Disponível em: <<https://www.romanews.com.br/cidade/ministerio-publico-vai-investigar-completo-de-r-19-do-governo-do/75303/>>. Acesso em 30 de julho de 2020.

MPGO, 2019. **Terceiro Setor**. Acesso em 08 de dezembro de 2021. Disponível em: <<http://www.mpggo.mp.br/portal/noticia/terceiro-setor-as-origens-do-conceito>>

MOROZOV, Evgeny. **Big Tech: a ascensão dos dados e a morte da política**. Tradução de Claudio Marcondes. São Paulo: Ubu Editora, 2018.

NARCIZO, K. R. dos S. **Uma análise sobre a importância de trabalhar educação ambiental nas escolas**. Revista Eletrônica de Mestrado em Educação Ambiental, Rio Grande do Sul, v. 22, p. 86-94, jan./jul. 2009. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/remea/article/view/2807/1583>>. Acesso em: 30 jul. 2021.

NEVES, Flávia. **A gente ou nós. Dúvida de português**, 2021. Disponível em: <https://duvidas.dicio.com.br/a-gente-ou-nos/>. Acesso em 03 de julho de 2021.

OKADO, Giovanni H. C; QUINELLI, Larissa. **Megatendências Mundiais 2030: e os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS): uma reflexão preliminar sobre a “nova agenda” das Nações Unidas**. Goiânia, 2016.

ONU. **A ONU e o meio ambiente**, 2020. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em 26 de agosto de 2020.

PARISER, Eli. **Cuidado com os “filtros-bolha” online**. Ideas worth spreading: 2011. Disponível em: https://www.ted.com/talks/eli_pariser_beware_online_filter_bubbles?language=pt-br#t-517953.

PILAND, Natalia. **Three Methods to Learn about Fish Migrations in the Amazon**. Amazon Waters: 2019. Disponível em <https://amazonwaters.org/noticia/three-methods-to-learn-about-fish-migrations-in-the-amazon/>. Acesso em 28 de agosto de 2020.

PISCHETOLA, Magda. **O discurso de ódio nas mídias sociais: a diferença como letramento midiático e informacional na aprendizagem**. São Paulo, Revista e-curriculum: 2016.

PISCHETOLA, Magda. **Inclusão digital e educação: a nova cultura da sala de aula**. Petrópolis, Vozes: Rio de Janeiro, editora PUC-Rio: 2016.

PISCHETOLA, M.; MIRANDA, L. **A sala de aula como ecossistema. Tecnologias, complexidade e novos olhares para a educação**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2019.

PNUD. **O que é Desenvolvimento Humano**, [entre 2010 e 2020]. Disponível em: <<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-desenvolvimento-humano.html>>. Acesso em 15 de agosto de 2020.

PNUD. **O que é IDH**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idh.html>. Acesso em 15 de agosto de 2020.

PNUD. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2019**. UN Plaza, New York, 2019.

PRENSKY, Marc. **Digital natives, digital immigrants**. Lincoln: MCB University Press, On The Horizon, Vol. 9 No. 6, outubro, 2001a.

PROJETO SAÚDE E ALEGRIA. **Projeto de Água e Saneamento leva abastecimento à comunidades isoladas da floresta**. Santarém: 2020. Disponível em: <https://saudeealegria.org.br/redemocoronga/projeto-leva-abastecimento-e-agua-tratada-a-moradores-de-comunidades-isoladas/>. Acesso em agosto de 2020.

PRONEA. **Programa Nacional de Educação Ambiental**. 3ª ed, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

RED CIENCIA CIUDADANA PARA LA AMAZONÍA (2020). **Estatutos**. Soacha, K., Varese, M., Eyng, V., Gomes, M., Hanks, C., Rada, O., Anderson, E., Wood, C., Leite, G, Bonilla, C., Doria, C., Pena, S., Couto, T., Rodríguez, V. Disponível em: <http://cienciaciudadanaparalaamazonia.org/>

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental**. 2ª ed. Brasiliense, São Paulo. 2009.

RODRIGUES, Gelse; COLESANTI, Marlene. **Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 20 (1): 51-66, jun. 2008.

ROOS, Alana; BECKER, Elsbeth L. Spode. **Educação Ambiental E Sustentabilidade**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. REGET/UFSM, 2012.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento mundial: uma ideia sobre desenvolvimento populacional**. Toulouse, Revista Internacional dos Serviços Sociais, n. 141, Unesco Erès, 1994.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, RJ: Garamond, 2002.

SAPOPEMA, 2021. **Mapeamento, diagnóstico e análise dos acordos de pesca do Baixo Amazonas**. Santarém, Pará. Disponível em: Sapopema.org/relatorios. Acesso em 12 de julho de 2021.

SANTAELLA, Lúcia. **Da cultura das mídias à cibercultura: o advento do pós-humano**. Porto Alegre: Revista Famecos, 2003.

SANTAELLA, Lúcia. **Cultura das mídias**: In: MILL, D. Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância. Campinas: Papyrus, 2018.

SANTARÉM: **Histórico da aldeia Solimões**. Santarém: [201-].

SANTARÉM: **Histórico da comunidade Aracampina**. Santarém: [201-].

SATO, M. **Educação ambiental**. São Carlos: Rima, 2002.

SAPOPEMA, 2021. **Monitoramento da pesca na várzea do Baixo Amazonas**. Santarém, Pará. Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/1VV0vjI6zgifP9KMzarpBbSb4XP13jzEp/view>

SCHMIDT, Luiza. **Educação ambiental: balanço e perspectivas para uma agenda mais sustentável**. Lisboa: ICS. Imprensa de Ciências Sociais, 2010.

SELWYN, Neil. **Education and Technology: key issues and debates**. Londres: Bloomsbury, 2011.

SELWYN, Neil; FACER, Keri. **Digital technology and the futures of education – towards ‘non-stupid’ optimism**. UNESCO, April 2021.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, Keyseane Santos. **Análise Reflexiva dos Telecentros Como Espaços de Inclusão Digital no Amazonas**. Belo Horizonte: 2017. Disponível em <http://periodicos.letras.ufmg.br/index.php/textolivres>. Acesso em 20 de agosto de 2020.

SILVA, Filipe O. **Microscópio de papel aumenta o interesse pela ciência**. 2017. Disponível em: <https://porvir.org/microscopico-de-papel-aumenta-interesse-pela-ciencia/>.

TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento 2020**. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://tratabrasil.com.br/estudos/estudos-itb/itb/ranking-do-saneamento-2020>. Acesso em 22 de agosto de 2020.

THE PAPER MICROSCOPE, 2019. **Magnifying Curiosity Worldwide**. Disponível em: <https://www.foldscope.com/>. Acesso em 26 de agosto de 2020.

UFOPA. **Integração entre jovens cientistas: alunos da aldeia Solimões visitam Aracampina**. 2018. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/comunicacao/comunica/jornalismo/ufopa-na-midia-2/2019/marco/integracao-entre-jovens-cientistas-alunos-da-aldeia-solimoes-visitam-aracampina/>. Acesso em 19 de julho de 2020.

UNDP. **Human Development Reports**, 2019. Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/2019-report>. Acesso em 16 de agosto de 2020.

UNIVALI, 2018. **Fatores limitantes**. Disponível em: <http://www.avesmarinhas.com.br/index.html>

VASCONCELOS, Mariane Costa; VIEIRA, Thiago Almeida; CORRÊA, Kilsiane da Costa. **Qualidade de vida de moradores de uma comunidade rural de várzea em Santarém, Pará.** Interfaces - Revista de Extensão da UFMG, v. 5, n. 1, p.148-156, jan./jun. 2017.

WCS. 2017. **Research and inventory of technologies to monitor water quality and quantity for the Citizen Science for the Amazon Project.** 2nd Version. A report of Gina Leite and Sebastian Heilpern to the *Wildlife Conservation Society*. August 2017.

WCS, 2018. **Águas Amazônicas Busca Ideias Para Iniciativa de Ciência Cidadã.** Disponível em: pt.aguasamazonicas.org. Acesso em 29 de outubro de 2020.

WCS, 2019. **La cuenca Amazónica: Conectividad, Migraciones y Ciencia Ciudadana.** Disponível em: <https://www.amazoniacienciaciudadana.org/portugues/recursos/downloads/>. Acesso em 24 de janeiro de 2021.

WCS, 2020. Ciencia Ciudadana para fortalecer la ciudadanía y cultura ambiental: El caso de San Juan del Oro en Puno. Disponível em <https://sites.google.com/minkaparaconservar.org/onlinecommunitycomunidadenlnea/p%C3%A1gina-principal/radar-de-la-red?authuser=0>>. Acesso em 15 de janeiro de 2020.

GLOSSÁRIO

CIBERCIDANIA – Participação popular pela internet como instrumento de democracia.

DOWNLOAD DO CIBERESPAÇO - Sinônimo de “internet das coisas” e “mídias locativas”. Abrange o entendimento de objetos inteligentes que recebem informações através da internet (LEMOS, 2006).

INCLUSÃO TECNOLÓGICA - processo pelo qual são ampliadas as formas de acesso ao conhecimento por intermédio da apropriação de TDICs de qualquer natureza, incluindo as linguagens verbal e escrita, gestos e sinais utilizados pela humanidade para expressar ideias, desejos e sentimentos.

INTELIGÊNCIA COLETIVA - Termo faz referência à inteligência compartilhada que surge da colaboração de muitos indivíduos em suas diversidades.

INTELIGÊNCIA CONECTIVA – É a capacidade prática de unir pessoas e recursos, estabelecendo elos de valor, significado e resultados. É a possibilidade de se conectar com colegas de trabalho à distância à maneira do face a face (KERCKHOVE, 2008).

INTERNET DAS COISAS - Nova fase da cibercultura (LEMOS, 2006).

MANEJO: Modelo que permite a exploração racional com técnicas de mínimo impacto ambiental sobre os elementos da natureza (GAMA, 2016).

MÍDIA LOCATIVA - Conjunto de tecnologias e processos info-comunicacionais cujo conteúdo informacional vincula-se a um lugar específico. O locativo é uma categoria gramatical que exprime lugar, como “em”, “ao lado de”, indicando a localização final ou o momento de uma ação (LEMOS, 2006).

RIBEIRINHO: Pessoas que moram nas proximidades dos rios e têm a pesca artesanal como principal atividade de sobrevivência (GAMA, 2016).

TIMELINE - Expressão surgiu na última década e representa a linha do tempo que oferece os produtos produzidos pelas contas seguidas e selecionadas pelos participantes da rede.

VÁRZEA: áreas conhecidas por serem constituídas por vegetação e terreno que sempre sofre com enchentes ou alagamentos durante a época de grandes chuvas (GAMA, 2016).

APÊNDICES

APÊNDICE A - ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO – PPGE****PARA ESTUDANTES****1. DADOS DO(A) RESPONDENTE**

Nome: _____
Comunidade/aldeia: _____ Idade? _____
Sexo: () feminino () Masculino
Escolaridade: _____
Série na época do projeto:

ROTEIRO DA ENTREVISTA

1. O que é meio ambiente pra você?
2. Que tipo de ações a escola/comunidade desenvolve para trabalhar com questões ligadas ao meio ambiente e sustentabilidade?
3. O que você entende por tecnologia?
4. Que tipo de ações a escola desenvolve para trabalhar com as tecnologias nos processos de aprendizagens?
5. Considerando o ano letivo de 2018/2019, responda: o que se lembra do aplicativo *Ictio* nas aulas?
6. Você fez uso dele? como?
7. Como avalia o impacto do *Ictio* no que diz respeito ao processo de aprendizagem dos conteúdos estudados no ano letivo de 2018/2019?
8. Você utilizou o *Foldscope*? Como?
9. Como avalia o impacto do *Foldscope* no que diz respeito ao processo de aprendizagem dos conteúdos estudados no ano letivo de 2018/2019?
10. Na sua opinião, o que poderia melhorar nas tecnologias trazidas às escolas da comunidade?
11. A chegada do projeto Ciência Cidadã trouxe mudanças e/ou contribuições para a escola ou as aulas? Quais?
12. Na sua opinião, quais foram as limitações do projeto?



www.medmaisvacina.com.br

(93) 98104 – 4203

Contato: Administracao@medmaisvacina.com

NOME: SAMELA CRISTINA DA SILVA BONFIM

CPF: 015.797.772-28

RG: 6496224

ATENDIMENTO: 12/05/2021

DATA DE NASCIMENTO: 30/04/1994

CONTATO: (93)99106-9770

COVID-19 – ANTICORPOS IgG E IgM ANTI SARS-COV-2

Método: MedTeste Coronavírus (COVID-19) IgG/IgM – Teste rápido

IgG: NÃO REAGENTE

IgM: NÃO REAGENTE

INTERPRETAÇÕES E COMENTÁRIOS:

A pesquisa de anticorpos específicos fornece dados que auxiliam no diagnóstico da infecção pelo SARS COV-2 e a interpretação dos resultados deve ser sempre correlacionada com os dados clínicos e momento da coleta em relação aos sintomas.

Este exame não é indicado para casos com sintomatologia recente (menos de 10 dias).

A detecção do vírus por RT-PCR em tempo real permanece sendo o teste laboratorial de escolha para o diagnóstico de pacientes sintomáticos, na fase aguda.

COMO INTERPRETAR:

Reagente para IgM – Sugere infecção ativa ou reagente para Coronavírus.

Reagente para IgG – Sugere infecção passada por Coronavírus ou resposta imunológica ao vírus.

Não reagente para igG sugere ausência de anticorpos contra Coronavírus na amostra necessariamente ausência de infecção.

SAÚDE AO SEU ALCANCE.

Lucas Aguiar de Sousa
Enfermeiro
COREN - PA: 667929