



DINY GABRIELLY DE MIRANDA MARTINS

**CIÊNCIA CIDADÃ E COMUNICAÇÃO PÚBLICA: ALTERNATIVAS
EDUCACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO NA ÁREA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS**

**LAVRAS – MG
2022**

DINY GABRIELLY DE MIRANDA MARTINS

**CIÊNCIA CIDADÃ E COMUNICAÇÃO PÚBLICA: ALTERNATIVAS
EDUCACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO NA ÁREA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Administração Pública, para obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Eloisa Helena de Souza Cabral
Orientadora

**LAVRAS – MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Martins, Diny Gabrielly de Miranda.

Ciência cidadã e comunicação pública: Alternativas
educacionais para o ensino médio na área de resíduos sólidos
urbanos / Diny Gabrielly de Miranda Martins. - 2022.

159 p.: il.

Orientador(a): Eloisa Helena de Souza Cabral.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Ciência Cidadã. 2. Comunicação Científica. 3. Resíduos
Sólidos Urbanos. I. Cabral, Eloisa Helena de Souza. II. Título.

DINY GABRIELLY DE MIRANDA MARTINS

**CIÊNCIA CIDADÃ E COMUNICAÇÃO PÚBLICA: ALTERNATIVAS
EDUCACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO NA ÁREA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS**

**CITIZEN SCIENCE AND PUBLIC COMMUNICATION: EDUCATIONAL
ALTERNATIVES FOR HIGH SCHOOL IN THE AREA OF URBAN SOLID WASTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Administração Pública, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 16 de fevereiro de 2022.

Prof. Dr. José Roberto Pereira UFLA

Prof. Dr. Paulo de Tarso Artêncio Muzy USP

Prof. Dr. Valderí de Castro Alcântara UEMG

Profa. Dra. Eloisa Helena de Souza Cabral
Orientadora

**LAVRAS – MG
2022**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a DEUS, Autor Soberano de toda a criação, por ter me concedido saúde, sabedoria e perseverança para realizar esse trabalho e por ter colocado em minha vida pessoas tão especiais para me ajudar nessa jornada.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Administração e Economia e à equipe do Programa de Pós-Graduação em Administração Pública, pela oportunidade e pelo acolhimento.

Especialmente, à minha orientadora, professora Dra. Eloisa Helena de Souza Cabral, pela paciência, pela dedicação, pela motivação, pelo apoio, pelos ensinamentos, pelo profissionalismo e por ter me acolhido com carinho. Você contribuiu muito para o meu crescimento pessoal e profissional. Sempre serei grata por ter sido a minha orientadora!

Aos professores Dr. José Roberto Pereira, Dr. Paulo de Tarso Artêncio Muzy e Dr. Valderí de Castro Alcântara, por aceitarem participar da banca, por suas contribuições e por compartilharem seu conhecimento.

À professora Dra. Natália Pirani Ghilard Lopes, pela disposição em me ajudar e compartilhar seus conhecimentos e materiais que auxiliaram na elaboração do meu trabalho.

À professora Dra. Arlete Aparecida de Abreu, pela motivação e pelo apoio. Sempre serei grata por ter acreditado em mim e por sua disposição em me ajudar.

Ao diretor da Escola Rodolfo Almeida, professor Wemerson de Araújo, por permitir a aplicação da pesquisa de campo na escola e a toda a equipe de professores e alunos que colaboraram participando das entrevistas.

À minha família e amigos, pela compreensão, pelo apoio e pelas palavras de encorajamento.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

Este estudo analisa como os princípios e fundamentos da ciência cidadã podem contribuir para o engajamento de alunos e professores do Ensino Médio no município de Formiga na implantação de projetos de resíduos sólidos urbanos. Como objetivos específicos, pretendeu-se: a) identificar o conhecimento dos alunos e professores do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Rodolfo Almeida, sobre ciência, ciência cidadã e resíduos sólidos urbanos; b) sistematizar o conhecimento dos alunos e professores sobre ciência cidadã e resíduos sólidos para fundamentar a implantação de um projeto educacional na área de resíduos sólidos; c) elaborar uma proposta didático-pedagógica fundamentada nos princípios da ciência cidadã para subsidiar a atuação dos docentes e participação voluntária dos discentes na área de resíduos sólidos urbanos, na cidade de Formiga-MG. É uma pesquisa de caráter exploratório e descritivo, por analisar o tema da ciência cidadã que ainda é pouco explorado e são incipientes os estudos nessa área. Possui abordagem qualitativa e quantitativa. O estudo foi realizado com 36 alunos e 12 professores da turma do terceiro ano do Ensino Médio da Escola Rodolfo Almeida, em Formiga-MG. Para identificar o conhecimento dos participantes sobre ciência, ciência cidadã e resíduos sólidos, foram aplicados questionários. Para coleta dos dados qualitativos, realizou-se entrevista com três alunos da turma. Foi utilizada a técnica da análise de conteúdo para analisar os dados coletados. Os resultados indicam que a maioria dos participantes possui uma compreensão limitada sobre a ciência e desconhecem as práticas e princípios da ciência cidadã e como o público leigo pode colaborar em pesquisas científicas. Entretanto, reconhecem que a atuação de não cientistas em projetos científicos é fundamental para a difusão do conhecimento e desenvolvimento da sociedade. Sendo assim, os instrumentos da comunicação pública da ciência são pertinentes para ampliar a visão sobre ciência e ciência cidadã, visto que possibilita ao cidadão comum apropriar-se do conhecimento nas diversas áreas do saber. Os resultados tornam evidente a necessidade da conscientização da população formiguense quanto à problemática da produção de resíduos e o descarte do lixo. Como produto da pesquisa, produziu-se uma proposta didática para os professores utilizarem ao tratar o tema dos resíduos sólidos, possibilitando aos alunos atuarem como voluntários em projeto científico.

Palavras-chave: Ciência. Ciência Cidadã. Comunicação Pública. Resíduos Sólidos Urbanos.

ABSTRACT

This study analyzes how the principles and foundations of citizen science can contribute to the engagement of high school students and teachers in the municipality of Formiga in the implementation of urban solid waste projects. As specific objectives, it was intended: a) to identify the knowledge of students and teachers in the 3rd year of high school at Rodolfo Almeida State School, about science, citizen science and urban solid waste; b) systematize the knowledge of students and teachers about citizen science and solid waste to support the implementation of an educational project in the area of solid waste; c) prepare a didactic-pedagogical proposal based on the principles of citizen science to support the performance of teachers and voluntary participation of students in the area of solid urban waste, in the city of Formiga-MG. It is an exploratory and descriptive research, as it analyzes the theme of citizen science that is still little explored and studies in this area are incipient. It has a qualitative and quantitative approach. The study was carried out with 36 students and 12 teachers from the third-year high school class at Escola Rodolfo Almeida, in Formiga-MG. To identify the participants' knowledge about science, citizen science and solid waste, questionnaires were applied. To collect qualitative data, an interview was carried out with three students in the class. The content analysis technique was used to analyze the collected data. The results indicate that most participants have a limited understanding of science and are unaware of the practices and principles of citizen science and how the lay public can collaborate in scientific research. However, they recognize that the role of non-scientists in scientific projects is essential for the dissemination of knowledge and the development of society. Thus, the instruments of public communication of science are relevant to broaden the view on science and citizen science, since it allows the common citizen to appropriate knowledge in different areas of knowledge. The results make evident the need to raise the awareness of the ant population about the problem of waste production and garbage disposal. As a result of the research, a didactic proposal was produced for teachers to use when dealing with the issue of solid waste, allowing students to act as volunteers in a scientific project.

Key words: Science. Citizen Science. Public Communication. Urban Solid Waste.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Lixo descartado ao lado da Câmara Municipal.....	67
Figura 2 – Lixo descartado próximo às margens do Rio Formiga.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição de turmas do Ensino Médio da E.E.R.A.....	75
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Projetos de Ciência Cidadã no Brasil.....	41
Quadro 2 – Matriz curricular do Ensino Médio.....	75
Quadro 3 – Categorias Teóricas.....	79
Quadro 4 – Resultados das respostas dos alunos: questões da categoria Ciência.....	87
Quadro 5 – Resultados das respostas dos professores: questões da categoria Ciência.....	88
Quadro 6 – Resultados das respostas dos alunos: questões da categoria Ciência Cidadã.....	100
Quadro 7 – Resultados das respostas dos professores: questões da categoria Ciência Cidadã.....	101
Quadro 8 – Resultados das respostas dos alunos: questões da categoria RSU.....	107
Quadro 9 – Resultados das respostas dos professores: questões da categoria RSU.....	108

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Problema de Pesquisa.....	22
1.2	Objetivo Geral.....	22
1.3	Objetivos Específicos.....	22
1.4	Justificativas.....	22
2	CIÊNCIA, CIÊNCIA CIDADÃ, COMUNICAÇÃO PÚBLICA DA CIÊNCIA E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	28
2.1	Ciência	28
2.2	Ciência Cidadã.....	34
2.3	Ciência Cidadã e Democracia.....	44
2.4	Comunicação Pública da Ciência.....	49
2.5	Resíduos Sólidos Urbanos.....	63
3	METODOLOGIA.....	69
3.1	Caracterização da Natureza da Pesquisa.....	70
3.2	Contextualização do Ambiente de Pesquisa.....	71
3.2.1	Histórico e Descrição da Escola Rodolfo Almeida.....	72
3.3	Caracterização da Amostra.....	75
3.4	Instrumentos de Pesquisa e Coleta de Dados.....	76
3.5	Procedimentos para a Análise de Resultados.....	79
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	80
4.1	Compreensão dos entrevistados acerca da Ciência e conceitos científicos.....	80
4.2	Compreensão dos entrevistados sobre Ciência Cidadã.....	88
4.2.1	Ciência Cidadã como forma de democratizar o acesso à ciência e promover a cidadania.....	93
4.2.2	Ciência Cidadã: divulgação científica, participação e letramento científico.....	96
4.3	Compreensão dos entrevistados sobre Resíduos Sólidos Urbanos.....	101
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
	REFERÊNCIAS.....	112
	APÊNDICE A – Compilado dos Artigos Internacionais sobre Ciência Cidadã	128
	APÊNDICE B – Compilado dos Artigos Nacionais sobre Ciência Cidadã.....	130
	APÊNDICE C – Questionário para o Aluno.....	132
	APÊNDICE D – Questionário para o Professor.....	137
	APÊNDICE E – Roteiro de Entrevista para o Aluno.....	142
	APÊNDICE F – Protocolo.....	143
	APÊNDICE G – Aula sobre Ciência Cidadã e Resíduos Sólidos Urbanos.....	147

1 INTRODUÇÃO

São várias as competências requeridas para que o homem possa atuar e desenvolver-se tanto em sua vida profissional como individualmente. Assim, liderar, motivar, comunicar, perseverar, ter resiliência, criatividade, disciplina são algumas das habilidades que podemos desenvolver no caminho da nossa vida profissional e que também são importantes em nossas vidas pessoais. A capacidade ou habilidade de conviver com o outro, de participar da vida em sociedade, trabalhar em equipes, oferecendo contribuições para melhoria da nossa vida coletiva são, assim, ingredientes fundamentais na inserção do indivíduo em uma sociedade.

No ambiente acadêmico e na atividade científica, há uma habilidade fundamental que movimenta pesquisadores em busca de soluções inovadoras. Buscar o novo, confrontar o estabelecido, duvidar do senso comum, sugerir novas questões, requer o atributo da curiosidade. Ser curioso propicia que a sociedade acolha a mudança, quando questionada naquilo que está estabelecido por leis e normas, permitindo ao novo afluir. O desenvolvimento social e científico avança quando o homem, curioso, questiona e participa desse desenvolvimento social e científico.

Entender essa atitude ou habilidade humana, a curiosidade, nos faz lembrar de como ela é tratada na mitologia grega. É conhecido o mito de Pandora, a primeira mulher criada por Zeus como punição ao ato do titã Prometeu, que entregara à humanidade o segredo dos céus sobre o fogo, o que permitiria o domínio humano sobre a natureza. Zeus, não concordou com essa entrega e como vingança, criou Pandora e dotou-a de curiosidade. Entregando-lhe uma caixa com a recomendação de que não devia abri-la, uma vez que o seu interior estaria recheado de desgraças, doenças, guerras e discórdias. Um único dom estava também no seu interior: a esperança. Dominada pela curiosidade, Pandora abriu a caixa e liberou todos os males, fechando-a, entretanto, a tempo de reter guardada a esperança. Os males teriam sido liberados pela curiosidade de Pandora em conhecer o conteúdo da caixa (BULFINCH, 2002).

Sob esse aspecto lúdico e generalista, a curiosidade, pode ser entendida como uma engenhosidade do ser humano, um atributo e peculiaridade humana essencial, que nos permite sobreviver e engendrar novas experiências, mas que sugere a necessidade de um atributo de cautela e o resguardo da esperança. Ela tanto nos enriquece individualmente na construção de nossa identidade, como também nos permite conhecer o mundo que nos rodeia, possibilitando buscar o outro lado, comparar as informações e dessa forma caracterizarmos e construirmos um modo de vida (MANGUEL, 2016).

De modo mais complexo, o fazer científico envolve, além da curiosidade, etapas, controles e procedimentos metodológicos que asseguram a validade e consistência do conhecimento. Portanto, a curiosidade pode ser tratada como um elemento desse processo mais elaborado. Por exemplo, a alvorada da ciência como instituição foi principalmente conduzida por homens que dedicaram e dedicam seu tempo a seguir sua curiosidade. Ao longo dos séculos o fazer científico foi reservado para aqueles que tinham as credenciais e o preparo necessários para dar conta dessa tarefa complexa. Entretanto, em vários momentos da História da Ciência, novos olhares curiosos são responsáveis pela inovação (WERTHEIN; CUNHA, 2009).

Por exemplo, os feitos de Anton van Leeuwenhoek, holandês, que viveu entre 1632 e 1723, inventor do microscópio e por consequência descobridor de microrganismos, utilizando-se de uma singela lente de vidro, simples e pequena, para aumentar a percepção visual em até 300 vezes e poder identificar com razoável nitidez, o que era invisível aos olhos nus. Descobriu então, pela observação, as bactérias, os glóbulos vermelhos do sangue, e pode constatar a existência dos espermatozoides, desvendando o mundo dos microrganismos. Quem era Anton van Leeuwenhoek? Um comerciante de tecidos que dotado de curiosidade pode observar o “tecido dos tecidos” (JORNAL BRASILEIRO DE PATOLOGIA E MEDICINA LABORATORIAL, 2009).

Outro fato memorável está ligado a Gregor Johann Mendel, austríaco, que viveu entre 1822 e 1884 e que preencheu o seu tempo, como monge agostiniano, dedicando-se ao estudo experimental da reprodução controlada de plantas de ervilha para entender como as características são hereditárias. Isso lhe valeu o título de pai da genética. Os livros didáticos trazem a imagem de “um monge que, trabalhando como um pesquisador recluso, realizando experiências com ervilhas, em um mosteiro isolado, conseguiu estabelecer as leis da hereditariedade” (LEITE; FERRARI; DELIZOICOV, 2001).

Esses dois eventos e tantos outros que a História recolheu, são ilustrativos para que possamos afirmar que o fazer científico pode absorver e contar com colaboradores que necessariamente não estão no interior das universidades e de seus laboratórios. De toda forma o trabalho científico, a diversidade dos métodos e abordagens, a interdisciplinaridade dos interesses científicos, mesmo na complexidade de temas atuais e abstratos, pode se beneficiar de atitudes ingênuas que a curiosidade como ímpeto humano, frente ao desconhecido, promove (WERTHEIN; CUNHA, 2009).

Decorre daí que a curiosidade tomada como atributo humano pode pertencer a todas as pessoas e frente à variedade dos problemas estabelecidos como fatos científicos, o interesse e a participação das pessoas, o espírito público e a divulgação dos achados científicos, podem

contribuir para a abordagem, o desenvolvimento e a utilização da Ciência como uma ferramenta para o desenvolvimento da sociedade humana.

Assim, fazer com que a sociedade civil desperte interesse pela ciência e se envolva com a pesquisa científica é fundamental para ampliar a construção do conhecimento e garantir avanços nas mais diversas áreas. Isso pode ser colocado em prática por meio da chamada “Ciência Cidadã” que se baseia na participação dos cidadãos em pesquisas e atividades científicas (ALMEIDA, 2019).

Segundo Dickinson e colaboradores (2010), o termo ciência cidadã se refere às parcerias entre cientistas e voluntários leigos, que atuam de forma efetiva em coletas e/ou análises de dados científicos relacionados às pesquisas aplicadas a temas de interesse público. Corroborando, Soares e Santos (2011) dizem que o termo é empregado para descrever, de forma geral, projetos com finalidades científicas que usam não cientistas como voluntários.

A ciência cidadã é uma forma de interação entre os cientistas profissionais e os cidadãos, e faz parte do conceito de ciência aberta, um movimento que surgiu oficialmente em 2009 e defende que o conhecimento científico deve ser livre para as pessoas usarem, reutilizarem e distribuírem sem restrições legais, tecnológicas ou sociais (HOURCADE, 2013). Nesse movimento, pessoas leigas podem colaborar interagindo com o pesquisador no ato de produção do conhecimento científico.

É importante ressaltar que o pensar e refletir sobre a ciência e a produção do conhecimento é ato, inicialmente individual do pesquisador. É o indivíduo, o cientista que é o sujeito que realiza os procedimentos e passos necessários para a realização da pesquisa. Mas, no processo do fazer científico pode haver a interação entre os cientistas e pesquisadores, de várias áreas objetivando construir um caminho em que a colaboração científica se faça presente entre os pesquisadores que interagem para realizar tarefas e/ou alcançar objetivos, que foram primeiramente pensados individualmente e após compartilhados (SONNENWALD, 2008).

Katz e Martin (1997, p. 07) definem a colaboração científica como “o trabalho conjunto de pesquisadores para atingir um objetivo comum de produzir novos conhecimentos científicos”. Segundo os autores, o colaborador pode ser qualquer indivíduo que colabora com um *input* para uma parte da pesquisa. Assim, pode ser considerado colaborador aquele que contribuiu diretamente para a pesquisa durante seu curso de duração (KATZ; MARTIN, 1997).

Na ciência aberta, a participação e engajamento de não cientistas em projetos científicos ocorrerá desde que a informação flua livremente. Assim, para que a ciência aberta seja efetiva é necessário incluir cidadãos interessados na ciência, o que envolve práticas de ciência cidadã, com maior envolvimento da sociedade no desenvolvimento de projetos.

As ações de ciência cidadã incentivam a participação da população, de forma consciente e voluntária, na produção científica. De acordo com a Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade de São Paulo (USP) “essa interação pode ser uma participação direta das pessoas em alguma etapa do projeto, na coleta de dados, por exemplo, ou até sugerindo demandas para que a Universidade forneça soluções” (PORTAL DO GOVERNO, 2020).

Segundo o relatório *Learning through citizen sciences* da *National Academies of Sciences – Engineering- Medicine* de 2018 a ciência cidadã pode atender a uma descrição que a identifique operacionalmente como “projetos que tipicamente envolvem não-cientistas - pessoas que não são profissionalmente treinadas em disciplinas relevantes para projetos- em processos, métodos e padrões de pesquisas, com o objetivo de desenvolver o conhecimento científico ou sua aplicação.

Dessa forma, Ciência Cidadã refere-se aos projetos científicos em que amadores fornecem dados para cientistas, que em troca adquirem conhecimento científico, sendo então estabelecido um benefício mútuo (BONNEY, 1996).

Atualmente, uma variedade de projetos fundamentados na ciência cidadã que perpassam pelas diferentes áreas de atuação científica e campos de conhecimento tem sido praticada e estudada em todo mundo. Um dos mais conhecidos é o projeto *eBird* lançado em 2002 pelo *Cornell Lab of Ornithology* e pela *National Audubon Society* e trata-se de um banco de dados *online* que reúne informações e observações de aves registradas em tempo real, sobre a distribuição e abundância de aves. Os dados são colhidos por amadores, considerados como observadores potenciais de aves.

Assim, objetivando coletar essas informações na forma de listas de verificação de aves, os dados são organizados, arquivados e compartilhados livremente para possibilitar novas abordagens baseadas em dados para ciência, conservação e educação. Esse projeto também desenvolveu ferramentas para tornar a atividade de observação mais gratificante uma vez que capacita os participantes para gerenciamento de listas, fotos, gravações de áudio, elaboração de mapas com distribuição das espécies.

O esforço é para fornecer informações atuais e uteis para a comunidade que se dedica aos estudos dos pássaros. O *eBird* é o “maior projeto de ciência cidadã relacionado a biodiversidade do mundo, com mais de 100 milhões de alistamentos realizados por *eBirders* ao redor do mundo” (BONNEY *et al.*, 2009, p. 977).

Outros exemplos de projetos que podem ser exemplificados com a aplicação dos procedimentos e conceito de Ciência Cidadã são o *Air Quality Egg*, o *Asteroid Zoo* e o *Cooperative Observer Program*. O projeto *The Air Quality Egg (AQE)* desenvolvido nos

Estados Unidos tem como finalidade monitorar poluentes do ar. É um sistema de sensor projetado para permitir a coleta de amostras do ar e realizar leituras das concentrações de poluentes em ambientes internos e externos.

Sendo composto por um *kit* de coleta de dados da qualidade do ar, o AQE é um sensor e uma rede coletiva, de *bricolage*, de qualidade do ar que surgiu em 2012 a partir de uma colaboração internacional de pessoas envolvidas na exploração de aspectos da *Internet* das Coisas. Os sensores medem as concentrações de dióxido de nitrogênio (NO₂) e monóxido de carbono (CO), por serem os elementos mais indicativos relacionados à poluição do ar urbano que são sensíveis aos sensores. Os sensores usados são uma combinação de componentes prontos para uso e acessíveis que podem ser expandidos e reconfigurados (CITIZEN SENSE, 2013).

O *Asteroid Zoo* é um projeto de ciência cidadã executado pelo *Zooniverse* e pela *Planetary Resources* no qual os voluntários procuram e classificam asteroides desconhecidos e assinalam aqueles que estão muito próximos à Terra. O objetivo do *Asteroid Zoo* é identificar pontos em movimento nas imagens fornecidas pelo *Catalina Sky Survey* (CSS), um *site* financiado pela NASA para encontrar asteroides, em particular todos os objetos perto da Terra com um raio maior que 100 metros. Esses pontos podem ser asteroides ou outros objetos celestes classificados como "artefatos" (GREENEMEIER, 2014).

O *Cooperative Observer Program* (COOP) é uma rede cidadã de observadores climáticos administrada pelo Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos e pelos Centros Nacionais de Informações. Essa rede de observadores meteorológicos conta com mais de 8.700 voluntários que monitoram as condições climáticas - e até o nível das marés - nos 50 estados americanos. Os milhares de voluntários realizam observações climáticas diárias em Parques Nacionais, praias, montanhas e fazendas, bem como em áreas urbanas e suburbanas. Esses dados podem incluir dados hidrológicos ou meteorológicos adicionais, como evaporação ou temperatura do solo (NATIONAL WEATHER SERVICE UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE, 2020).

No Brasil também existem projetos de ciência cidadã em andamento. Um deles é o Projeto Cidadão Cientista, cujo objetivo é realizar monitoramentos de aves em Unidades de Conservação e parques urbanos. O projeto foi criado em 2014 pela SAVE Brasil e está em desenvolvimento em quatro estados brasileiros: Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, convocando observadores de aves experientes e treinando novos interessados. Até o ano de 2017 mais de 1.600 pessoas participaram das atividades do projeto. E conseguiram registrar 447 espécies de aves (50% de todas as aves conhecidas na Mata Atlântica), sendo que 43 delas

são mencionadas nas listas de aves ameaçadas. As espécies observadas durante os monitoramentos são inseridas na plataforma *eBird* (SAVE BRASIL, 2020).

O *Brydes* do Brasil é um projeto que visa elaborar uma base de dados sobre as baleias-de-bryde identificadas individualmente a partir de fotos da espécie em águas brasileiras. Trata-se de uma iniciativa voluntária de uma equipe de pesquisadores interessada em reunir o maior número possível de registros de baleias-de-bryde foto-identificadas. O compartilhamento desses registros é fundamental para o conhecimento e a divulgação das avistagens e reavistagens de um mesmo indivíduo em diferentes datas e locais distintos ou semelhantes. Dentre outros objetivos as ações do projeto visam ampliar o conhecimento sobre as baleias-de-bryde na região Sudeste sobretudo na primavera, verão e outono. Esse projeto atinge outras áreas correlatas e é um meio de fornecimento de informações para elaboração de formulação de políticas públicas de conservação e proteção de áreas marinhas, em especial as que possam ajudar na conservação da baleia-de-bryde no Brasil (BRYDES DO BRASIL, 2020; SIBBR, 2020).

EXOSS CITIZEN SCIENCE PROJECT é uma organização da sociedade civil, sem finalidade lucrativa que atua em colaboração com diversas instituições científicas tais como Observatório Nacional, *American Meteor Society*, Observatório Municipal de Campinas e UNIVAP, voltada para o estudo de meteoros e bólidos, suas origens, naturezas e caracterização de suas órbitas. Possui estações de monitoramento em todas as regiões do Brasil e trata do registro de meteoros na atmosfera, através de videomonitoramento do céu noturno, utilizando uma rede de voluntários (EXOSS CITIZEN SCIENCE PROJECT, 2020).

Com o objetivo de possibilitar o engajamento de comunidades no monitoramento de mosquitos *Aedes* (vetores de zika, dengue, chikungunya e febre amarela urbana) através de uma armadilha caseira, um aplicativo e um mapa *online*, existe no Brasil o projeto AeTrapp. As aetrampas são armadilhas simples, que “simulam um ambiente propício para a deposição de ovos de mosquitos do gênero *Aedes*. Consistem em vasos plásticos preenchidos com água onde uma paleta de madeira é parcialmente mergulhada, servindo de substrato para a oviposição” (AETRAPP, 2020; SIBBR, 2022).

O sistema AeTrapp permite aos voluntários, por meio de um aplicativo, registrar fotos de paletas dos locais a serem monitorados e enviá-las a um servidor. Posteriormente, é realizada a contagem automática do número de ovos presentes em cada amostra por meio de um *software* específico. Os dados são disponibilizados em tempo real em um mapa aberto, onde a comunidade e agentes públicos poderão visualizar os focos de vetores, fazer comparativos de

quantidades de mosquitos em diferentes localidades, analisar séries históricas e assim elaborar estratégias para o combate, priorizando as áreas mais críticas (AETRAPP, 2020).

Outro projeto que se fundamenta nos preceitos da ciência cidadã no Brasil é realizado por uma organização não governamental intitulada ECOA – Ecologia e Ação. Surgida em 1989 em Campo Grande/MS, a ECOA auxilia as comunidades tradicionais e assentados da reforma agrária na identificação de áreas com potencial de reflorestamento e/ou restauração florestal. A organização é formada por um grupo de pesquisadores que atuam em diversos segmentos profissionais, tais como: biologia, comunicação, arquitetura, ciências sociais, engenharia e educação. Tem como missão promover ações socioambientais para conservação dos ambientes naturais e de suas populações locais, associando investigação científica ao conhecimento tradicional para fomentar políticas públicas de desenvolvimento (ECOIA, 2020).

A Universidade Federal do ABC (UFABC) desenvolve projetos fundamentados no conceito de Ciência Cidadã, coordenado pela Dra. Natalia Pirani Ghilardi-Lopes. Trata-se de desenvolver projetos de extensão com a finalidade de implantar um programa para a educação científica em diferentes contextos, tanto formais quanto informais, com a criação, aplicação e avaliação de protocolos de ciência cidadã. Esse projeto de extensão se ramifica em outros projetos que inclui estudos sobre os benefícios das árvores para a população, avaliação da influência da arborização urbana na biodiversidade de aves com auxílio de jovens cidadãos cientistas; Bentos de costão rochoso; estudos sobre a presença e abundância de euglenas em praias do Litoral Paulista; Pellets plásticos nas praias; e a percepção das crianças com relação aos resíduos sólidos (LOPES, 2020).

No Sul de Minas Gerais, Castro e colaboradores (2017) realizaram um estudo no qual demonstram que a ciência cidadã pode auxiliar as equipes de geoprocessamento na conferência de campo dos mapas de café gerados por geotecnologias. Conforme explicam os autores, o conhecimento do uso da terra é de extrema importância para a análise de processos agrícolas e ambientais e para o desenvolvimento sustentável. Assim, os pesquisadores desenvolveram o aplicativo “DemarCafé” que, combinado com os fundamentos da ciência cidadã, visa permitir o refinamento de áreas de café, mitigando os problemas de erro de classificação em mapeamentos do agronegócio cafeeiro decorrentes de geotecnologias (CASTRO *et al.*, 2017).

A Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC MINAS) também desenvolve projetos de ciência cidadã. De acordo com o professor Ponciano (2019), há dois estudos do Departamento de Engenharia de *software* e Sistemas de Informação da Universidade. O primeiro projeto denominado “Explicabilidade de *software*”, surge do risco que emerge da combinação de três fatores: 1) os *softwares* estão cada vez mais inteligentes com o uso de

inteligência artificial; 2) cada vez mais as pessoas usam *software* no dia a dia; e 3) as pessoas sabem cada vez menos sobre como os *softwares* funcionam. O projeto analisa como produzir um *software* que tem a capacidade de se autoexplicar às pessoas e ao mesmo tempo identificar o que as pessoas esperam desses *softwares* para que eles sejam efetivos.

O segundo projeto intitula-se “Pensamento computacional” e parte da premissa de que o conhecimento algorítmico ainda é restrito a profissionais de computação, embora sua utilidade estenda-se para muito além de programar computadores. O autor indica que o raciocínio algorítmico pode ser útil em atividades cotidianas tanto para os indivíduos como também para empresas. Assim, atividades como programar uma viagem, aquisição de produtos ou organizar tarefas para um conjunto de pessoas (PONCIANO, 2019).

Segundo Pinheiro e Calhub (2019), além de atribuir um papel importante aos cientistas amadores, a ciência cidadã é relevante por seu benefício educacional, uma vez que a implementação de projetos de ciência cidadã na comunidade escolar possui um caráter socioeducativo, uma vez que tem a capacidade de influenciar a percepção das pessoas em relação à problemática ambiental e de torná-las mais sensíveis à qualidade do meio ambiente em que estão inseridas.

Assim, os projetos de ciência cidadã podem auxiliar na educação científica dos alunos e promover a educação ambiental quando estudados, por exemplo, problemas relacionados aos resíduos sólidos no meio ambiente (HIDALGO-RUZ; THIEL, 2013; ASSUNPÇÃO *et al.*, 2016).

Com relação a resíduos sólidos as informações extraídas do Panorama dos Resíduos Sólidos, da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), apontam que no Brasil, em 2018, foram geradas 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (380 kg/ano por pessoa), mas apenas 72,7 milhões (92% do montante) foram coletadas. Apesar da coleta ter aumentado em comparação com o ano anterior, ainda ficaram 6,3 milhões de toneladas de resíduos sem ser recolhidos nas cidades (ABRELPE, 2019).

A geração de resíduos sólidos urbanos, que abrange o lixo doméstico e a limpeza urbana, tem aumentado no Brasil, mas a destinação adequada do lixo, a reciclagem, a recuperação não acompanham esse crescimento provindo da geração dos resíduos. Um dos motivos que pode ser indicado é a ausência de uma clara percepção por parte da sociedade e do poder público em relação a importância da gestão adequada de resíduos sólidos para proteger o meio ambiente e para prevenir doenças (SOUZA, 2019).

Na cidade de Formiga, região Centro-Oeste de Minas Gerais, apenas no ano de 2014 foi coletada um total de 1.038.334 kg de lixo seco (TAVARES; SILVEIRA; CUNHA, 2015). A

Prefeitura Municipal, através da Secretaria de Gestão Ambiental, realiza diretamente os serviços de coleta, transporte e destino dos resíduos sólidos urbanos (RSU), sem a necessidade de terceirização em relação aos serviços prestados. Os RSU coletados são transportados até o aterro sanitário municipal, que fica a aproximadamente 8 km da sede municipal de Formiga (PMSB, 2016). A coleta de lixo é realizada em dias diferentes para lixo úmido e lixo seco. A Secretaria de Gestão Ambiental disponibiliza o serviço de coleta seletiva de lixo semanalmente, em dias específicos e com horário marcado, em todos os bairros de Formiga (PREFEITURA MUNICIPAL DE FORMIGA, 2020).

Apesar disso, a população formiguense descarta lixo de forma irregular em vários bairros da cidade, inclusive na região central. É comum encontrar lixo em locais inapropriados, como por exemplo, nas margens do rio e lotes vagos. Outras vezes o lixo é descartado nas esquinas das ruas em quaisquer dias da semana e horários, não respeitando os dias e horários específicos de coleta (ÚLTIMAS NOTÍCIAS, 2019).

A ausência de conhecimento da população quanto a disposição adequada dos resíduos sólidos gera impactos socioambientais como a proliferação de animais peçonhentos, como os escorpiões, e do *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da dengue, zika vírus, chikungunya e febre amarela, além do mau cheiro.

Uma maneira de divulgar conhecimentos quanto a necessidade de um adequado descarte do lixo sólido e incentivar atitudes cívicas advém da possibilidade de implantar projetos que se utilizem dos fundamentos da ciência cidadã, uma vez que, uma das premissas da ciência cidadã é a participação da sociedade no desenvolvimento das atividades o que poderia contribuir para a conscientização da população sobre as questões ambientais (ASSUNPÇÃO *et al.*, 2016).

O estudo realizado por Assunção e colaboradores (2016), sobre a percepção de crianças quanto aos resíduos sólidos dispostos no entorno de suas escolas, mostrou que a percepção ambiental sobre resíduos sólidos pode ser estimulada por projetos de ciência cidadã. Os autores comprovaram que:

a Ciência Cidadã pode contribuir para a alfabetização científica de crianças, auxiliando no aumento de sua percepção em relação aos resíduos sólidos em seu entorno, a partir de um protocolo padronizado, como também na sua formação como cidadãos conscientes de seu papel e responsabilidade no tocante ao meio ambiente (ASSUNPÇÃO *et al.*, 2016, p. 537).

A *European Citizen Science Association*, sediada em Londres, indica que a ciência cidadã é adaptável a diversas circunstâncias e no ambiente de formação acadêmica pode ser utilizada em diversas áreas do conhecimento. Nesse sentido a Associação e seus colaboradores

estabeleceram dez princípios para boas práticas em ciência cidadã (ECSA, 2015), que são descritos a seguir:

- 1- Os projetos de ciência cidadã envolvem ativamente os cidadãos nas atividades científicas. A participação ativa dos cidadãos pode ser por meio de contribuição, colaboração ou liderança em projetos.
- 2- Os projetos de ciência cidadã produzem genuínos resultados científicos que podem ser aplicados tanto na conservação como nas decisões em projetos de ação ambiental.
- 3- Ambos, cientistas e cidadãos são beneficiados pela participação nos projetos de ciência cidadã. Os benefícios podem ocorrer na forma de inclusão nominal em publicações científicas, oportunidades de treinamento profissional além do prazer do envolvimento em atividades científicas.
- 4- Os cidadãos cientistas podem participar em várias etapas do projeto, desde a coleta de dados até a comunicação dos resultados.
- 5- É garantido aos cidadãos cientistas o *feedback* dos resultados do projeto.
- 6- A ciência cidadã possui limitações como qualquer outra abordagem científica de investigação. Porém, tem como diferencial o envolvimento dos cidadãos e socialização dos achados científicos.
- 7- Os dados resultantes do projeto devem ser compartilhados, preferencialmente, em plataformas de acesso livre.
- 8- A participação dos voluntários é reconhecida publicamente tanto nos resultados do projeto como nas referências nas publicações.
- 9- Os programas de ciência cidadã são avaliados através de métodos que garantam a qualidade dos dados científicos e considere os impactos sociais e políticos.
- 10- Os responsáveis pelo projeto têm em consideração aspectos legais e propriedade intelectual dos resultados.

Os princípios da Ciência Cidadã estimulam a aproximação do cidadão comum com o mundo científico, colaborando para melhorar a compreensão das pessoas em relação a produção científica. O conhecimento construído a partir da colaboração mútua entre cientistas e cidadãos agrega valor tanto para a academia quanto para a sociedade.

Essas considerações sobre ciência cidadã são ilustrativas e motivantes para indicar o foco desse estudo. Assim, considerando a necessidade da conscientização da população, sobretudo na cidade de Formiga-MG, em temas do meio ambiente e a questão dos resíduos sólidos, e tendo como pano de fundo os resultados dos projetos de extensão levados a efeito

pelo grupo de pesquisa coordenado pela Dra Natalia Pirani Ghilardi-Lopes, da UFABC, com destaque ao projeto relativo à percepção das crianças sobre resíduos sólidos (LOPES, 2020; ASSUNPÇÃO *et al.*, 2016), foram formulados o problema de pesquisa e os objetivos.

1.1 Problema de Pesquisa

Como os princípios e fundamentos da ciência cidadã podem contribuir para o engajamento dos discentes e docentes do Ensino Médio no município de Formiga, na implantação de projetos de resíduos sólidos urbanos?

1.2 Objetivo Geral

Analisar como os princípios e fundamentos da ciência cidadã podem contribuir para o engajamento de alunos e professores do Ensino Médio no município de Formiga na implantação de projetos de resíduos sólidos urbanos.

1.3 Objetivos específicos

- a) Identificar o conhecimento dos alunos e professores do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Rodolfo Almeida, sobre ciência, ciência cidadã e resíduos sólidos urbanos;
- b) Sistematizar o conhecimento dos alunos e professores sobre ciência cidadã e resíduos sólidos para fundamentar a implantação de um projeto educacional na área de resíduos sólidos.
- c) Elaborar uma proposta didático-pedagógica fundamentada nos princípios da ciência cidadã para subsidiar a atuação dos docentes e participação voluntária dos discentes na área de resíduos sólidos urbanos, na cidade de Formiga-MG.

1.4 Justificativas

O interesse em estudar a temática ciência cidadã abrange três diferentes perspectivas de justificção: pessoal, acadêmica e social.

Começando pela justificativa pessoal, o interesse recai por ser o tema ciência cidadã um campo ainda pouco divulgado e incentivado no Brasil, o que proporciona oportunidades de pesquisas inéditas sobre o tema.

Outro aspecto é que projetos de ciência cidadã podem ser utilizados na educação pública. Como professora na rede pública estadual de ensino, é possível perceber a necessidade de mecanismos inovadores que viabilizem o envolvimento da comunidade escolar com problemas reais da sociedade e que levem os alunos à aprendizagem significativa.

Projetos de ciência cidadã podem proporcionar uma oportunidade para que professores e alunos se aproximem da comunidade extraescolar e se envolvam com as questões sociais locais. A esse respeito, Haywood, Parrish e Dolliver (2016) afirmam que, uma experiência baseada em questões locais, regionais e globais, pode levar a mudanças mensuráveis na ação individual e coletiva, principalmente através da participação na ciência cidadã e na ação e comunicação da comunidade.

Observa-se na cidade de Formiga-MG a falta de conscientização da população em relação a gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos o que acarreta problemas de saúde e mal-estar para a própria população.

Essas razões motivaram o interesse pessoal em propor um projeto na área ambiental relacionada aos resíduos sólidos, que contemple práticas de ciência cidadã envolvendo os alunos e professores da cidade de Formiga. O projeto poderá contribuir para a formação de cidadãos mais ativos, engajados com as questões públicas locais e socialmente responsáveis.

O estudo proposto está relacionado à linha de pesquisa “Gestão social, políticas públicas e controle social” do curso de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Administração Pública, pois projetos de ciência cidadã abarcam dimensões de interesse social e englobam práticas de cidadania e participação social, além de servirem como auxílio nas decisões para formulação de políticas públicas.

As justificativas na perspectiva acadêmica estão alicerçadas no fato de que o tema abordado pode ser estudado do ponto de vista científico, contribuindo teoricamente para a temática da ciência cidadã.

O envolvimento de não cientistas com a ciência não é um fenômeno novo, mas sua relação com o fazer científico se transformou ao longo do tempo, bem como, a forma de se fazer e perceber a ciência. O conhecimento científico não é apenas aquele produzido em laboratórios por cientistas especificamente treinados para produzir conhecimento objetivo. Ao contrário, a produção de conhecimento pode ocorrer também em ambientes externos à comunidade científica podendo incluir a contribuição do cidadão comum (VELHO, 2011).

O termo “ciências” é amplamente divulgado em pesquisas acadêmicas. Uma busca por estudos relativos a ciências na base de dados da *Web of Science*, utilizando-se como critério de busca o termo “*science*” no título do trabalho, resultou em 234.606 publicações. Esse elevado

número de publicações nos forçou a redução utilizando como critério os artigos publicados nos últimos cinco anos.

Assim, refinando-se a pesquisa para apenas artigos publicados nos últimos cinco anos obteve-se 21.807 resultados. Reforce-se que a categoria central utilizada para busca de dados é “ciência cidadã”.

Nesse sentido, são muitos os estudos que abordam o tema da ciência cidadã. Ao realizar uma pesquisa em busca de publicações relacionadas ao tema ciência cidadã na base de dados internacional *Web of Science*, utilizando como critério o termo “*citizen science*” no título da publicação (dessa forma: TI=“CITIZEN SCIENCE”), foram obtidos 1.308 resultados. Devido à quantidade elevada de resultados, delimitou-se somente artigos publicados nos últimos cinco anos (2016 a 2020), e assim foram retornados 750 resultados.

Para reduzir a quantidade de resultados optou-se por delimitar artigos nos últimos cinco anos e que registrassem no mínimo 30 citações, o que resultou em 29 artigos. Apresenta-se no Apêndice A um compilado dos 29 artigos internacionais. É importante ressaltar que a busca foi realizada até 07/05/2020.

Os principais pontos focais desses artigos internacionais são pesquisas sobre biologia, conservação e ecologia (McKINLEY *et al.*, 2017; CHANDLER *et al.*, 2017; KOBORI *et al.*, 2016; SWANSON *et al.*, 2016; MAISTRELLO *et al.*, 2016; BALLARD *et al.*, 2017; HAYOOD *et al.*, 2016). Outros artigos são relacionados às ciências sociais e epidemiologia, estimulando a participação do público em questões ambientais e de saúde (PALMER *et al.*, 2017; WOOLLEY *et al.*, 2016; CAPPA *et al.*, 2016; LAND-ZANDSTRA *et al.*, 2016; JERRET *et al.*, 2017). Há também autores que avaliam a qualidade dos dados coletados pelos não cientistas (KOSMALA *et al.*, 2016).

Outros estudos internacionais, também extraídos da *Web of Science*, referem-se à ciência cidadã como forma de democratizar o acesso à ciência, estimulando e ajudando as comunidades envolvidas na criação de dados para influenciar políticas públicas e como uma maneira de promover processos de decisão política envolvendo meio ambiente e saúde (BROEDER *et al.*, 2016; GUERRINI *et al.*, 2018; FAN; CHEN, 2019; STRASSER *et al.*, 2019).

Sobre o tema da democratização do acesso à ciência, Irwin (2001) afirma que deve existir uma relação entre ciência e democracia que permita o desenvolvimento de uma discussão aberta e crítica entre pesquisadores, formuladores de políticas e cidadãos. A democratização do acesso ao conhecimento científico tem o foco voltado para a investigação e experimentação científica e prática social.

É importante esclarecer que, democratizar o acesso à ciência implica a participação de leigos/voluntários, que não pertencem ao meio acadêmico, na construção do conhecimento científico. A condição de acesso ao conhecimento científico conduz à melhoria da comunicação pública que pode contribuir para a qualidade da democracia e otimização do funcionamento das instituições públicas.

Realizou-se também a busca de dados em publicações nacionais. Nas bases de dados *Scielo* e *Spell* não foram encontrados resultados relacionados ao tema ciência cidadã. Assim, passou-se à busca de dados na base Google Acadêmico.

No primeiro momento a pesquisa foi realizada apenas pelo termo “ciência cidadã” e obteve-se 88.700 resultados. Foi realizada uma pesquisa avançada com o termo “ciência cidadã” no título do artigo e delimitando o período de 2016 a 2020, e assim foram obtidos 44 resultados, dentre os quais um é uma tese de doutorado, três são dissertações de mestrado e dois são monografias. Dos 44 resultados, dois são repetidos e um é uma apresentação de *slides* da Fiocruz.

Portanto para este estudo temos 41 resultados, que se encontram no Apêndice B que organiza um compilado dos 41 estudos nacionais. Vale ressaltar que a busca foi realizada até 10/05/2020.

As pesquisas nacionais sobre ciência cidadã abordam principalmente os temas sobre preservação dos recursos naturais (COSTA *et al.*, 2018), biodiversidade (MAMEDE; BENITES; ALHO, 2017; RIBEIRO; CARVALHO; SILVA, 2017; CALADO, 2019), sustentabilidade (SEIXAS; DIAS; PEREIRA, 2017; LUÍS *et al.*, 2018; MELO; GUEDES, 2019) e educação ambiental (LOPES; KAWABE; VENÂNCIO, 2016; ASSUNPÇÃO *et al.*, 2016; RUMENOS; FACIOLLA, 2019; PINHEIRO; CHALHUB, 2019; RUMENOS; SPAZZIANI, 2020).

A ciência cidadã aproxima os cidadãos de causas ambientais e aumenta a produção de conhecimento e são importantes por ser uma forma de envolver os cidadãos não cientistas na construção do conhecimento democratizando dessa forma tanto o acesso ao conhecimento como a produção dele.

Tanto os estudos internacionais como os nacionais confirmam que os projetos de ciência cidadã aumentam a conscientização sobre questões ambientais e podem produzir mudanças positivas em comportamentos e atitudes (NELMS *et al.*, 2017; HAYWOOD, PARRISH; DOLLIVER, 2016; MAMEDE; BENITES; ALHO, 2017).

A despeito da relevância das pesquisas que envolvem a ciência cidadã e da grande quantidade de artigos publicados na área, ainda são poucos os estudos realizados no Brasil.

Projetos de ciência cidadã podem ser realizados em diversas áreas do conhecimento, inclusive na gestão dos resíduos sólidos urbanos (ASSUNPÇÃO *et al.*, 2016). Ainda assim, estudos sobre resíduos sólidos urbanos com base em princípios da ciência cidadã são muito escassos.

As justificativas dessa dissertação na perspectiva social são devidas ao fato de que alguns projetos de ciência cidadã se utilizam de estratégias de educação ambiental e sustentabilidade e podem ser vistos como estímulo a cidadania. O pressuposto é que os cidadãos informados se tornarão cidadãos ativos, participando de ações orientadas para a conservação do meio ambiente podendo ser aplicado no contexto da problemática relacionada aos resíduos sólidos urbanos.

Um dos grandes problemas enfrentados na atualidade é a gestão de resíduos sólidos urbanos, bem como, seu impacto sobre o meio ambiente. Com o crescimento populacional e a sociedade cada vez mais consumista a produção de resíduos sólidos tem ganhado proporção, afetando diretamente o ambiente em que vivemos (ANDRIATO; CASTILHO, 2020).

O volume de lixo produzido no mundo é significativo e a maior parte dele é descartado de forma inadequada, causando problemas de saúde à humanidade e danos ao meio ambiente. Segundo o Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (ONU-HABITAT, 2018), mais de 2 bilhões de toneladas de resíduos são produzidos no mundo anualmente. A ONU-Habitat (2018) aponta que 99% dos produtos comprados são jogados fora dentro de seis meses. Esses números refletem uma realidade e apontam para o desafio que exigem providências em escala global e local provocando as gerações futuras para enfrentar o uso adequado de recursos assim como elaborar medidas específicas para absorção do lixo produzido.

O cenário no Brasil também é agravante. O estudo realizado pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF), intitulado “Solucionar a Poluição Plástica: Transparência e Responsabilização”, confirmou que o Brasil é o 4º país que mais produz lixo no mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e Índia (AGÊNCIA BRASIL, 2019).

A problemática da geração e descarte de resíduos sólidos tem se tornado cada vez mais perigosa devido a mudança do perfil do lixo (OLIVEIRA; MIRANDA, 2019). Até os anos 1950 a composição do lixo era predominantemente de matéria orgânica, basicamente as sobras de alimentos. Com o avanço tecnológico, materiais como isopores, vidros, plásticos, baterias de celular, pilhas e lâmpadas foram inseridos no descarte passando a fazer parte do conjunto de resíduos sólidos.

Mudanças nos hábitos e costumes da população têm acarretado o aumento do volume de lixo (OLIVEIRA; MIRANDA, 2019; BRASI *et al.*, 2019). Exemplos dessa realidade é que

há algumas décadas, as crianças usavam fraldas de tecido que podiam ser lavadas e utilizadas novamente. O alimento das crianças, há algumas décadas era produzido em casa e o leite vinha em garrafas reutilizáveis. Atualmente, os bebês usam fraldas descartáveis, comem alimentos de potes descartáveis e bebem leite de embalagens *Tetra Pak*.

O aumento na geração de resíduos sólidos provoca diversos problemas como: custos cada vez mais altos para a coleta e tratamento do lixo; dificuldade para encontrar áreas disponíveis para a disposição final do lixo; grande desperdício de matérias-primas. Outras consequências negativas decorrentes do grande volume de lixo quando este é depositado em locais inadequados ou a coleta é deficitária são: a contaminação do solo, ar e água; proliferação de vetores transmissores de doenças; entupimento de redes de drenagem urbana; enchentes; degradação do meio ambiente e depreciação imobiliária (BRASIL, 2005).

O descarte inadequado dos resíduos sólidos, que tantos males provocam à saúde humana e ao meio ambiente, decorre com frequência da ausência de consciência da população (ARAÚJO; PIMENTEL, 2016). Assim, é pertinente a implementação de projetos na área ambiental, em relação aos resíduos sólidos, que envolvam a participação da sociedade, sobretudo crianças e adolescentes. Esses projetos podem ser desenvolvidos nas escolas e se utilizar dos princípios da ciência cidadã.

Aguiar e colaboradores (2019) afirmam que é essencial abordar questões sobre os resíduos sólidos no ambiente escolar, visando despertar o interesse da comunidade quanto às consequências dos resíduos sólidos para o meio ambiente e para as pessoas. Segundo os autores:

o desenvolvimento da educação ambiental nas escolas, despertando o interesse de toda a comunidade ali presente quanto à questão dos resíduos sólidos, é de suma importância, haja vista que todos precisam ter conhecimento de suas responsabilidades com os resíduos que produzem, e a escola tem o papel de realizar um trabalho conjunto envolvendo alunos, famílias, educadores, pessoal de apoio e a comunidade circunvizinha (AGUIAR *et al.*, 2019, p.10).

Tratar o tema de resíduos sólidos além do ambiente fechado da sala de aula incentiva e prepara os alunos para a aprendizagem significativa, incutindo nos educandos princípios de cidadania que perduram tornando-os cidadãos mais responsáveis (MARTINS, 2019).

Nesse sentido, projetos relacionados aos resíduos sólidos urbanos que utilizam práticas da ciência cidadã envolvendo a participação de alunos, professores e a comunidade circunvizinha podem ser implementados no ambiente escolar.

Tais considerações embasam a proposta de elaboração de um projeto didático-pedagógico que possibilite os professores e alunos do Ensino Médio conhecerem e utilizarem os fundamentos da ciência cidadã para atuar na área de resíduos sólidos, podendo essa pesquisa

ser considerada relevante e pertinente. Esse projeto didático-pedagógico se constitui em um produto técnico que se pretende elaborar como um dos objetivos específicos dessa dissertação.

Assim, educar os alunos sobre a gestão adequada do lixo é imprescindível para mitigar os problemas que decorrem dos resíduos sólidos no meio ambiente (REIS; SILVA; SOARES, 2019). Dessa forma, este estudo justifica-se pelo fato de que por meio de projetos de ciência cidadã que trabalhem o tema dos resíduos sólidos urbanos no meio ambiente, a conscientização das pessoas pode ser despertada quanto aos impactos negativos gerados pelo descarte incorreto do lixo no meio ambiente, formando cidadãos mais responsáveis e comprometidos com o cuidado e preservação do meio ambiente.

2 CIÊNCIA, CIÊNCIA CIDADÃ, COMUNICAÇÃO PÚBLICA DA CIÊNCIA E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

São apresentados, neste capítulo, os fundamentos teóricos que embasarão o delineamento, construção e desenvolvimento desta pesquisa. Nesse sentido, é feita inicialmente, de forma geral, uma explanação das diferentes perspectivas sobre Ciência.

Posteriormente, apresenta-se o estado da arte sobre ciência cidadã, tanto internacional como nacionalmente, descrevendo a relação entre ciência cidadã e democracia, e a importância e as ações relacionadas à comunicação pública da ciência.

E, por último, é relatado um panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no mundo e os impactos causados no meio ambiente devido ao aumento na produção dos resíduos e na alocação inadequada do lixo.

2.1 Ciência

Muitas das visões tradicionais sobre Ciência decorrem do pensamento positivista, representado especialmente nas ideias do filósofo francês Augusto Comte. A teoria positivista considera que a geração do conhecimento é restrita à experimentação e que toda pesquisa científica tem os mesmos princípios metodológicos (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002). No pensamento positivista o conhecimento científico é entendido como conhecimento certo, comprovado, devendo ser reconhecido como único conhecimento verdadeiro.

Nesse sentido o conhecimento científico é uma “proposição demonstrável e demonstrada de leis que se originam na experiência. Tal conhecimento se obtém pelo aprimoramento do senso comum, lançando-se mão de um método único para todas as ciências”

(KOSMINSKY; GIORDAN, 2002, p.04). As etapas do método são determinadas pela observação e experiência, baseadas em evidências, que fundamentam a elaboração de hipóteses que deverão ser comprovadas e validadas.

A ideia de que a ciência é um conhecimento comprovado oriundo de rigorosas observações e experimentos é popularmente aceita desde a Revolução Científica no século XVII. Desde essa época a ciência é fundamentada nos aspectos tangíveis, no que se pode ver, ouvir e tocar. Não há espaço para opiniões subjetivas e suposições especulativas, ao contrário, a ciência é objetiva. Assim, o conhecimento provado objetivamente é considerado como verdade, como conhecimento confiável (CHALMERS, 1993).

A esse conhecimento científico obtido a partir de proposições de observação e experimentos, Chalmers (1993) denominou de “indutivismo ingênuo”, por ser baseado no raciocínio indutivo. Segundo o autor, na tentativa de formalizar a concepção popular de ciência, o indutivismo ingênuo considera que, “a ciência começa com a observação” devendo o observador, a partir dos órgãos sensitivos, registrar com fidedignidade aquilo que é observado isentando-se de preconceitos e pré-julgamentos (CHALMERS, 1993, p. 19).

O raciocínio no método indutivo, indica que, após considerar um número suficiente de casos particulares, conclui-se uma verdade geral. Para os indutivistas, “desde que certas condições sejam satisfeitas, é legítimo generalizar a partir de uma lista finita de proposições de observação singulares para uma lei universal” (CHALMERS, 1993, p.21). Na perspectiva indutiva o progresso da ciência é tido como cumulativo, e a ciência cresceria na medida em que incorporasse novas verdades ao corpo de verdades que já lhe era familiar.

Por séculos o conhecimento foi considerado como conhecimento provado, até que os descrentes na teoria indutiva colocaram em dúvida o poder de comprovação do intelecto e dos sentidos. Posteriormente, as descobertas de Isaac Newton e suas contribuições para a Física intimidaram os céticos, e a discussão foi retomada com o cientista alemão Albert Einstein no início do século XX (GERMANO, 2011).

A partir do Iluminismo e durante os séculos XVIII e XIX, os cientistas e pensadores dedicaram-se a construir um conceito de Ciência fundado na Física clássica iniciada com Newton. Por exemplo, com o francês Henri Poincaré (1854-1912) se estabeleceu uma visão unificada da ciência que pode ser denominada Ciência Clássica e que tem na experimentação e no desenvolvimento de leis universais, baseadas na causalidade, a explicação dos fatos científicos (POINCARÉ, 1995).

Alguns críticos do método indutivo destacados na Filosofia da Ciência do século XX são Karl Popper (2007), Thomas Kuhn (1978), Imre Lakatos (1999) e Paul Feyerabend (2007).

Para esses pensadores o avanço da Ciência não é simplesmente um processo cumulativo de agregação de mais conhecimento, mas envolve momentos epistemológicos de mudanças de paradigmas e novas perspectivas teóricas ou exigidas pela experiência.

Alguns exemplos são os avanços da teoria da relatividade e da mecânica quântica, teoria dos quase-cristais na Física; a teoria matemática da informação e a teoria dos jogos na matemática; a genética e a teoria da evolução na Biologia; a livre concorrência e a divisão do trabalho, a análise dos sistemas de desordem nas formulações da Economia e as considerações sobre o método nas análises sociológicas (GERMANO, 2011).

Popper integrou o Círculo de Viena, movimento intelectual que reuniu pensadores de diversas áreas, com início em 1920 até 1939. No geral os intelectuais pertencentes a esse grupo postulavam que para construir uma teoria do conhecimento era necessário iniciar por uma base empírica, verificável portanto. Nesse sentido, propuseram o princípio da verificabilidade como critério que permite verificar se uma proposição tem ou não significado. Assim, o conhecimento deve partir da observação dos fatos podendo ser verificável (POPPER, 2007). Em outras palavras, o conhecimento tem início a partir da constatação dos fatos e aquilo que não puder ser verificável é destituído de sentido e deveria ser eliminado do conhecimento científico.

Karl Popper nascido em 1902 e falecido em 1994, aos 92 anos, pensador austríaco que propôs uma forma de progresso da ciência que não fosse positivo e cumulativo. Ele rejeita as visões indutivas clássicas em favor de uma perspectiva mais abrangente em que a lógica do argumento e a não refutabilidade das conclusões, são critérios de verdade. Para o autor o objetivo da ciência não era somente a verificação e tão pouco a alta probabilidade, mas a garantia de uma estrutura lógica consistente. Nessa concepção uma teoria pode ser considerada não científica apenas quando é possível prová-la falsa (POPPER, 2007).

Na visão de Popper (2007) o que caracteriza o saber científico é a possibilidade de se provar que uma teoria científica é falsa e, portanto, substituível por outra melhor. Assim, o valor científico não está na comprovação das teorias por meio da experiência, mas sim na possibilidade de provas experimentais poderem mostrar-se falsas. A observação nunca pode provar positivamente que uma teoria científica é verdadeira, mas pode provar que ela é falsa quando uma única experiência apresentar resultados não explicáveis pela teoria.

Por meio do falsificacionismo Popper (2007) define um método hipotético dedutivo como tentativa de substituir o método indutivo. O método hipotético dedutivo possui quatro etapas: problemas, hipóteses falseáveis, experimentação (teste) e lei ou teoria. Segundo o autor, o problema é a origem da Ciência. Assim, deve-se começar pelos problemas e não pela

observação e, posteriormente deve-se elaborar hipóteses falsificáveis acerca dos problemas (POPPER, 2007).

A experimentação é a tentativa de falsear a hipótese. Não conseguindo falsear a hipótese tem-se a lei, a teoria. Conseguindo falsear a hipótese é necessário, então, voltar à substituição de novas hipóteses até alcançar uma hipótese que não foi falseada. Quando se alcança a hipótese não falseada tem-se uma lei corroborada, mas sempre provisória e transitória. De acordo com o filósofo é dessa forma que o conhecimento científico progride, na substituição das teorias e não no acúmulo de certezas (POPPER, 2007).

Para Kuhn (1978) a ciência evolui de modo a se aproximar da verdade. Esta aproximação é feita pela substituição de teorias, paradigmas que são objetivamente melhores que a teoria ou paradigmas anteriores. Na visão de Kuhn (1978), a ciência progride por um importante elemento subjetivo, por meio de revoluções científicas, valorizando a capacidade do indivíduo pesquisador pela sucessiva troca de paradigmas. A ideia de paradigma se constitui em um marco histórico da epistemologia e da própria Ciência tendo atribuído um papel relevante à História.

Para Kuhn a ciência, entendida como historicamente orientada, evoluindo de acordo com as quatro grandes etapas na revolução científica: a ciência normal, a crise, a revolução e a nova ciência normal.

A ciência normal e a nova ciência normal são dois paradigmas. A nova ciência normal é um paradigma que substituiu o paradigma anterior. Essa substituição de paradigma ocorre por meio de crises e revoluções. Segundo o autor nem toda crise gera uma revolução, mas há certas crises que geram revoluções e, portanto, transformações ou mudanças de paradigmas. Nesse sentido, o processo científico tem um caráter revolucionário pois implica na revolução das teorias científicas e na substituição de paradigmas científicos anteriores (KUHN, 1978).

Uma contribuição interessante de Kuhn (1978) na Filosofia da Ciência, é o conceito de comunidade científica. Segundo o autor uma comunidade científica é um grupo de praticantes de uma mesma especialidade científica que se encontram unidos por elementos comuns que foram incorporados através da iniciação científica, trabalhando com o mesmo objeto de estudo científico (KUHN, 1978).

Na perspectiva teórica de Kuhn (1978) o paradigma é uma suposição mais técnica, metodológica adotada por uma comunidade científica. O que distingue a ciência da não ciência é a existência de um paradigma que sustenta a ciência normal. Os cientistas procuram resolver os problemas e desenvolver o potencial de suas teorias provando, assim, que elas estão corretas

a partir do paradigma vigente. Apesar de encontrando provas de falsidade resistem a abandonar as suas teorias (KUHN, 1978).

Tanto Kuhn (1978) como Imre Lakatos (1999) rejeitam o falsificacionismo de Popper (2007) uma vez que os fatos, as provas e os casos que refutam o paradigma vigente podem ser, na ausência das revoluções científicas, ignorados pelos cientistas.

Para a leitura de Kuhn é importante ter presente que sua referência à História diz respeito a História de Ciência onde residem os paradigmas e revoluções científicas e não guarda qualquer conotação de determinismo histórico.

A proposta de Imre Lakatos (1999) é, de acordo com o próprio autor, uma evolução das ideias de Popper (2007). Para Lakatos (1999), a ciência desenvolve-se por substituição de teorias ou programas de pesquisa. Um programa de pesquisa, segundo o autor, é científico quando ele possui coerência e leva a descoberta de novos fenômenos. De acordo com Lakatos (1999), não se pode dizer que um programa de pesquisa é melhor que outro. Em seu entendimento é necessário oferecer chances ao programa de pesquisa em andamento e não o refutar a partir de um problema que ele apresentar, conforme defendido por Popper (2007).

Paul Feyerabend (2007) defende um anarquismo metodológico. Para o autor não existe um padrão para o desenvolvimento da ciência, pois “os eventos, os procedimentos e os resultados que constituem as ciências não têm uma estrutura comum; não há elementos que ocorram em toda investigação científica e não estejam em outros lugares” (FEYERABEND, 2007, p.19).

Como considera a ciência uma empresa anárquica, Feyerabend (2007) defende a violação das regras. De acordo com o autor, é por meio da violação das regras que ocorre o progresso científico (FEYERABEND, 2007).

Feyerabend (2007) defende também um pluralismo metodológico. Para ele, na ciência não há regras que estabelecem padrões universais e metodologias que devem ser seguidas pelo fazer científico. Em sua concepção nenhuma das grandes metodologias propostas foi bem-sucedida, todas fracassaram (FEYERABEND, 2007).

Nesse sentido, o fazer científico não deve ser restringido por regras procedimentais a priori. Não se deve, então, insistir que um cientista adote uma metodologia específica. No início de uma investigação os pesquisadores fazem aquilo que mais lhes agrada. Assim, o que de fato existe na produção da ciência é um anarquismo epistemológico. As violações das regras são necessárias para o progresso da ciência (FEYERABEND, 2007).

Pelo próprio Feyerabend (2007), o anarquista epistemológico não se recusará a examinar qualquer concepção, admitindo que, por trás do mundo tal como descrito pela ciência,

possa ocultar-se uma realidade mais profunda, ou que as percepções possam ser dispostas de diferentes maneiras e que a escolha de uma particular disposição correspondente à realidade não será mais racional ou objetiva que outra.

Portanto para o autor a utilização do termo anarquismo não tem um desenho institucional, mas, entretanto, novamente, representa um princípio de liberdade do fazer científico submetido a critérios de racionalidade e subjetividade. Por exemplo, uma nova teoria fatalmente se utilizará de métodos que não estão necessariamente acolhidos pela teoria substituída até porque os métodos anteriores não foram capazes de elucidar o novo. De acordo com Feyerabend (2007) não é no método que repousa a inovação, mas na liberdade de enfrentar o novo.

Segundo Feyerabend (2007), a ciência não é superior a outras formas de conhecimento. O autor encoraja os indivíduos a optarem entre a ciência e outra forma de conhecimento. A ciência, diz ele, é um empreendimento anárquico e o anarquismo teórico é mais humanitário e mais apto a estimular o progresso do que as teorias que defendem a ordem e a lei (FEYERABEND, 2007).

Uma proposta que se aproxima da teoria de Feyerabend (2007) é a de Alan Chalmers (1993). Segundo Chalmers (1993), o desenvolvimento da ciência se dá em relação ao que já é conhecido ou aceito, e a capacidade de prever novos fenômenos é um sinal de avanço. Mas especificamente, esse autor considera que não há um conceito de ciência suficientemente amplo e do seu fazer, que possa abranger as diversas áreas de conhecimento como a Física, Biologia, Sociologia, Direito etc.

Após essa breve discussão das visões tradicionais sobre Ciência, passamos para outro aspecto, segundo a perspectiva do sociólogo Boaventura de Souza Santos, que é a relação entre conhecimento científico e senso comum.

Segundo Santos (2008), a Ciência é produzida pela comunidade científica em um entrelaçamento dos contextos das vivências e experiências do mundo. Assim, o conhecimento visa constituir-se num novo senso comum, ou seja, num conhecimento popular prático, adquirido pela observação e pela repetição.

Sobre esse ponto considerado por Boaventura, da necessidade do conhecimento se tornar popular, vale ressaltar que é relevante fazer com que a sociedade civil desperte interesse pela Ciência e se envolva com a pesquisa científica no intuito de ampliar a construção do conhecimento, bem como difundir o conhecimento para a sociedade e democratizar o acesso à Ciência comunicando e socializando os achados científicos.

Na perspectiva de uma maior participação de cidadãos não diretamente treinados no fazer científico, encontra-se na atualidade pesquisadores, principalmente na área da comunicação científica, que se perguntam: é a ciência um assunto apenas de interesse de cientistas profissionais? Por exemplo, Bueno (2019, p.16) responde negativamente, que “ciência não é assunto só para cientistas”. O conhecimento científico também pode ser construído com a participação do cidadão não cientista. A ideia de ter a participação do cidadão comum em pesquisas pode apoiar a aprendizagem e o engajamento do público com a ciência. Bueno (2019, p.16) ressalta que “uma das grandes vantagens da participação cidadã é trazer a diversidade para a prática científica, já que oferece uma oportunidade única de receber conhecimentos, práticas e habilidades diversos de todas as pessoas envolvidas”.

O envolvimento de não cientistas na produção do conhecimento pode ocorrer por meio da “ciência cidadã” que se baseia na participação dos cidadãos em pesquisas e atividades científicas.

Atualmente, a ciência cidadã é referida como uma nova e particular abordagem da ciência ligada ao levantamento de grandes conjuntos de dados e que possibilita a mobilização de multidões fora da ciência para auxiliar nas observações e classificações (KULLENBERG; KASPEROWSKI, 2016). Por outro lado, outros autores consideram a ciência cidadã uma forma de democratizar o acesso à ciência, ajudando as comunidades envolvidas na criação de dados para influenciar políticas e como uma maneira de promover processos de decisão política envolvendo por exemplo, o meio ambiente (BROEDER *et al.*, 2016; GUERRINI *et al.*, 2018; FAN; CHEN, 2019; STRASSER *et al.*, 2019).

Ressaltamos que há várias concepções de ciência e registramos as contribuições de Feyerabend e Boaventura de Sousa Santos como relevantes. Entretanto, para a análise e discussão dos resultados seguimos com as proposições de Popper, Khun e Lakatos que dialogam mais diretamente com a abordagem da ciência cidadã a partir de textos clássicos de Rick Bonney e Alan Irwin.

2.2 Ciência Cidadã

As pesquisas e monitoramento de base comunitária vem ganhando cada vez mais espaço devido a importância dos resultados relativos a biodiversidade e a preservação do meio ambiente. Estudos desse aspecto se caracterizam pela interação de pesquisadores e o público leigo. É nesse contexto, de participação do cidadão não cientista em pesquisas científicas, que o conceito de “ciência cidadã” ou “ciência do cidadão” costuma ser empregado.

O conceito não é recente, pois práticas de ciência cidadã ocorrem há mais de um século, ainda que o termo não tivesse sido concebido na época. Segundo Rebouças (2013), a ciência cidadã tem origem entre o final do século XIX e início do século XX, mais precisamente, a partir de 1900, por meio da contagem coletiva de pássaros.

Trata-se de uma perspectiva metodológica para a produção do conhecimento, mostrando-se uma abordagem de pesquisa promissora podendo ser aplicada em diversos campos científicos. Essa abordagem se destaca especialmente quanto ao seu potencial de geração de dados e análises, temporal e espacial, quando comparado a abordagem científica tradicional (PALMA, 2016).

O termo ciência cidadã, mais conhecido pelo nome em inglês, *citizen science*, é empregado para descrever, de forma geral, projetos com finalidades científicas que utilizam não cientistas como voluntários (SOARES; SANTOS, 2011). Em suas considerações, Dickinson e colaboradores (2010) comentam que o termo se refere a parcerias entre cientistas e voluntários leigos, os quais possuem efetiva participação em coletas e/ou análises de dados científicos relacionados às pesquisas aplicadas a temas de interesse público.

O analista de política científica Alan Irwin e o ornitólogo e organizador da pesquisa participativa Richard Bonney são frequentemente reconhecidos pela cunhagem do termo “ciência do cidadão” (IRWIN, 1995; BONNEY, 1996). Irwin (1995) define ciência cidadã como uma ciência que atenda às necessidades e preocupações dos cidadãos. Ao mesmo tempo, é uma ciência desenvolvida e realizada pelos próprios cidadãos (IRWIN, 1995). Essa concepção é amplamente adotada nas ciências sociais e pelos formuladores de políticas que consideram os cidadãos como partes interessadas nos processos de tomada de decisão cientificamente informada (KULLENBERG; KASPEROWSKI, 2016).

Bonney (1996) define ciência do cidadão como projetos científicos nos quais os “amadores” fornecem dados observacionais como por exemplo, a observação de pássaros, para os cientistas e adquirem novas habilidades científicas em troca. O autor entende a ciência cidadã como a participação do público na pesquisa científica e também como uma ferramenta para promover a compreensão pública da ciência (BONNEY, 1996).

O grupo de especialistas *SOCIENTIZE* da Unidade de Ciência Digital da Comissão Europeia apresenta uma definição semelhante. Segundo eles, “ciência do cidadão refere-se ao envolvimento do público em geral em atividades de pesquisa científica quando os cidadãos contribuem ativamente para a ciência, seja com seu esforço intelectual, através da observação ou com suas ferramentas e recursos” (SOCIENTIZE, 2014).

Para Cohn (2008), a ciência cidadã diz respeito a voluntários que participam como assistentes de campo em estudos científicos, ajudando no monitoramento de animais e plantas e/ou outros marcadores ambientais, não são remunerados e não são, necessariamente, cientistas. Em sua maioria, são amadores que se voluntariam para ajudar em pesquisas ecológicas, pelo motivo de se sentirem bem ao ar livre ou por se preocuparem com os problemas ambientais, estando dispostos a contribuir para poder sanar essas problemáticas (COHN, 2008).

Segundo Cappa *et al.* (2016), a ciência cidadã é um meio de envolver o público em geral em atividades de pesquisa lideradas por cientistas profissionais. Ao envolver um grande número de não cientistas, a ciência cidadã permite a coleta e análise de dados distribuídos em uma escala que seria difícil obter, sobretudo quando se considera os recursos financeiros requeridos por determinados projetos.

Existem alguns sinônimos importantes para o conceito de ciência cidadã como “monitoramento baseado na comunidade”, “monitoramento voluntário”, “ciência participativa” e “ciência aberta” todos designando a contribuição de não cientistas para a ciência (KULLENBERG; KASPEROWSKI, 2016).

Ciência cidadã é, portanto, uma forma humanística e colaborativa de se conduzirem estudos científicos. Os pesquisadores podem engajar multidões em suas pesquisas. E as pessoas não são apenas informadas sobre as descobertas científicas, elas participam do processo e são treinadas mediante o estabelecimento de protocolos específicos para cada projeto científico.

Essa abordagem metodológica é de grande relevância para a ciência, pois as colaborações entre cientistas e voluntários têm o potencial de ampliar o escopo da pesquisa e aprimorar a capacidade de coletar dados científicos. Membros do público interessados podem contribuir com informações valiosas à medida que aprendem sobre questões relacionadas ao meio ambiente em suas comunidades locais.

Um exemplo específico do campo das Matemáticas, para a qual a contribuição do Brasil é relevante, são os estudos da Etnomatemática liderado entre nós pelo Prof. Ubiratan D’Ambrósio, que em 1990 publica a obra intitulada “Etnomatemática: Arte ou técnica de explicar e conhecer” (D’AMBRÓSIO, 1990) e em 2001 publica “Etnomatemática: Elo entre as tradições e a modernidade” (D’AMBRÓSIO, 2001).

A Etnomatemática é um esforço na fronteira da Antropologia Cultural, da História da Ciência e da Heurística de objetos matemáticos, principalmente os geométricos. Constitui-se inicialmente em um esforço de investigação histórico e cultural para produzir resultados para o entendimento e a comunicação de construções matemáticas, métodos de cálculos, símbolos, estruturas algébricas, e objetos como desenhos gráficos e rede.

Nesse sentido, Etnomatemática não se resume, entretanto, ao aspecto exclusivamente histórico, mas aponta para possibilidades de aprendizado e identificação de novas estruturas em populações, que de modo ingênuo ou espontâneo, desenvolvem simbologias, explicações, traçados e aplicação de métodos lógicos.

Sob essa perspectiva, a Etnomatemática oferece um exemplo, oriundo do campo específico das Matemáticas, para o corpo da ciência cidadã. Por exemplo, Domite (2005) mostrou que o reconhecimento da origem de símbolos e métodos espontâneos de contas podem ser absorvidos e aplicados no contexto cultural e escolar.

Stewart (2005) aponta que a arte de dobraduras de papel permite mostrar como se achata um sólido geométrico. Eglash (2005) identificou estruturas fractais em construções e urbanização de aldeias africanas.

Na moda, as figuras do Kolam, tradição feminina de gravuras indianas, despertaram o interesse de especialistas em informática para a solução de problemas de ligação e circuitos, de acordo com Ascher (2005).

Outro exemplo pode ser visto na cultura dos índios dos EUA, de acordo com Barta e Shockey (2005) que mostraram que em suas tradições e vestimentas estão impregnados de objetos matemáticos rudimentares da sua cultura.

Estes exemplos expandem a participação dos indivíduos e denotam que estas populações construíram objetos e símbolos que atualmente identifica-se com o objeto matemático abstratos expressando um reconhecimento de realidade e aplicação prática na origem do desenvolvimento humano das Ciências.

Em termos de produção científica, o maior corpo de artigos (nacional e internacional) sobre ciência cidadã encontra-se na pesquisa em biologia, conservação e ecologia (McKINLEY *et al.*, 2017; CHANDLER *et al.*, 2017; KOBORI *et al.*, 2016; SWANSON *et al.*, 2016; MAISTRELLO *et al.*, 2016; BALLARD *et al.*, 2017; HAYOOD *et al.*, 2016; COSTA *et al.*, 2018; CALADO, 2019). Nesse tipo de pesquisa a ciência cidadã é utilizada, principalmente, como uma metodologia de coleta e classificação de dados (KULLENBERG; KASPEROWSKI, 2016).

Outras pesquisas que se destacam na literatura estão relacionadas a participação do cidadão com questões de saúde pública (BROEDER *et al.*, 2016), ciências sociais, políticas públicas (PALMER *et al.*, 2017; WOOLLEY *et al.*, 2016; CAPPA *et al.*, 2016; LANDZANDSTRA *et al.*, 2016; JERRET *et al.*, 2017; GUERRINI *et al.*, 2018; FAN; CHEN, 2019; STRASSER *et al.*, 2019), educação ambiental (LOPES; KAWABE; VENÂNCIO, 2016; ASSUNPÇÃO *et al.*, 2016; RUMENOS; FACIOLLA, 2019; PINHEIRO; CHALHUB, 2019;

RUMENOS; SPAZZIANI, 2020) e sustentabilidade (SEIXAS; DIAS; PEREIRA, 2017; LUÍS *et al.*, 2018; MELO; GUEDES, 2019).

Tendo em vista essa pluralidade de estudos, percebe-se que a ciência cidadã é mais que uma mera ferramenta para expandir o conhecimento científico. Sobretudo no âmbito das ciências sociais, a proposta da ciência cidadã trata de forma incisiva a valorização do ser, do sentimento de coletividade, de cidadania, e traz em seu arcabouço semântico questões de participação, inclusão social e empoderamento pelo saber (PALMA, 2016).

Práticas e projetos fundamentados em princípios de ciência cidadã têm o potencial de influenciar na maneira como as pessoas veem a problemática ambiental (PINHEIRO; CALHUB, 2019). Como efeito da construção do saber através da participação no processo de formulação do conhecimento científico, as pessoas podem ter sua percepção e sensibilidade aguçadas quanto à qualidade do ambiente no qual estão inseridas.

Atualmente é possível observar a aplicação de diversos projetos que se fundamentam na ciência cidadã, perpassando várias áreas de atuação científica. Muitos exemplos que se utilizam dessa abordagem podem ser citados. Um dos mais bem-sucedidos é o projeto *eBird*, um programa de listas *online* e em tempo real que tem revolucionado a forma como a comunidade de observadores de aves reporta e acessa informações sobre as espécies de aves. Lançado no ano de 2002 pelo *Cornell Lab of Ornithology* e pela *National Audubon Society*, o *eBird* providencia dados ricos com informações básicas sobre a abundância de aves e sua distribuição em variadas escalas espaciais e temporais (BONNEY *et al.*, 2009).

Os mesmos pesquisadores (BONNEY *et al.*, 2009) oferecem um referencial para expandir o conhecimento científico e melhorar a instrução científica das pessoas por meio de projetos participativos que se utilizem dos pressupostos da ciência cidadã. A principal característica desejável desses esforços é que explicitem com clareza a questão científica que pretendem abordar. Na sequência é importante desenvolver um trabalho de recrutamento, organização e treinamento do grupo de interessados envolvendo pesquisadores, alunos e os participantes voluntários, os quais serão atualizados e treinados sobre as tarefas de pesquisa. Ressalte-se que esse processo tem as características de atualização do conhecimento, identificação de interesse, divulgação científica e de adequação do saber necessário para empreender as tarefas da pesquisa.

O terceiro momento desse processo diz respeito ao envolvimento direto com a pesquisa que pode se dar, por exemplo, e mais habitualmente, pela coleta de dados. Entretanto os projetos podem envolver os participantes em tarefas originais como a disseminação de informações, a identificação e coleta de saberes, ou dados específicos das populações, a identificação de

aplicações e desenvolvimentos futuros e mesmo o tratamento e a análise de dados com ferramentas participativas e a comunicação dos resultados da pesquisa.

Finalmente, os autores afirmam a necessidade e relevância da avaliação pelo grupo dos resultados da pesquisa sob a ótica do seu impacto na expansão do conhecimento dos participantes e de suas habilidades e instrução do campo científico (BONNEY et. Al., 2009).

Outras iniciativas de ciência cidadã são os projetos *Air Quality Egg*, *Asteroid Zoo* e *Cooperative Observer Program*. O *The Air Quality Egg (AQE)* foi projetado nos Estados Unidos para possibilitar o monitoramento de poluentes no ar. O sistema permite a coleta de amostras do ar e realiza leituras das concentrações de poluentes em ambientes internos e externos (CITIZEN SENSE, 2013). O *Asteroid Zoo*, executado pelo *Zooniverse* e pela *Planetary Resources*, visa a participação de voluntários na observação e classificação de asteroides desconhecidos localizados próximos à Terra (GREENEMEIER, 2014).

Já o *Cooperative Observer Program (COOP)* é um projeto administrado pelo Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos e pelos Centros Nacionais de Informações que atua como uma rede cidadã composta por milhares de voluntários que monitoram as condições climáticas nos 50 estados americanos (NATIONAL WEATHER SERVICE UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE, 2020).

Observamos que os projetos embasados na abordagem da ciência cidadã tem prevalência na área das ciências naturais. O apelo para a conservação ambiental, biodiversidade e sustentabilidade na atualidade, encontra na ciência cidadã os estudos do cientista Rick Bonney (1996), pioneiro nos trabalhos sobre ciência cidadã, nos Estados Unidos, para designar diferentes aspectos do envolvimento do público com a ciência, sobretudo na conservação ambiental. Podemos supor que devido aos ensaios iniciais terem sido nas ciências naturais, os demais cientistas encontram nesse campo um suporte para seguir nessa área amparados na abordagem da ciência cidadã conectados ao campo das ciências naturais.

Nos últimos anos tem surgido iniciativas direcionadas para as ciências sociais e humanas. No início de 2021, foi lançado oficialmente o projeto COESO – *Collaborative Engagement on Societal Issues*, financiado pela Comissão Europeia e apoiado pela infraestrutura de pesquisa OPERAS, com foco no desenvolvimento da comunicação acadêmica aberta nas ciências sociais e humanas. A iniciativa pretende desenvolver um espaço colaborativo para produção e partilha de conhecimentos nas áreas das ciências sociais e humanas e colaborar com organizações de apoio a pesquisas objetivando o incremento do financiamento de projetos suportados pela abordagem da ciência cidadã (SCHULTE, 2021).

O COESO tem como base dez estudos de ciência cidadã em diferentes países europeus que abordam questões sociais específicas como turismo de massa, educação e gênero, sociedades resilientes, luta contra o crime, mudanças sociais e migrações (SCHULTE, 2021). Cinco projetos já integram o COESO.

O projeto-piloto 1, em Portugal, sobre o impacto do turismo de massa e as transformações urbanas. Neste projeto, a comunidade do distrito histórico de Santo Antônio em Lisboa, vai explorar os desafios sociais, econômicos e ambientais gerados pelo turismo de massas e desenvolver estratégias para promover o diálogo e reduzir as tensões a nível local. Futuramente essas estratégias poderão ser replicadas em outras cidades (COESO, 2022).

O piloto 2 denominado Filosofia da dança, conectando dança e filosofia, está sendo desenvolvido na França e Itália, e visa contribuir para um projeto artístico com a colaboração de um dançarino-coreógrafo e um filósofo. Assim, utilizando ferramentas tecnológicas para conectar os movimentos da dança ao pensamento e às noções filosóficas subjacentes, objetiva aumentar a possibilidade de um especialista e o público não especializado para acessar e ler coreografias, disponibilizando a notação coreográfica *Laban* no *MemoRekall*, que é um *software* específico para documentação, preservação e análise de artes cênicas (COESO, 2022).

Voltado para o estudo das evoluções sociais através do reaproveitamento comum de propriedades confiscadas, o projeto-piloto 3, liderado por Cafébabel, uma revista *on-line* em colaboração com pesquisadores da associação Crim'HALT, pretende desenvolver uma metodologia apropriada de jornalismo de soluções. O projeto se concentrará na prática de redistribuição de bens confiscados para uso de interesse público e produzirá dados sobre o impacto social específico da reutilização desses bens destacando o papel que a sociedade civil desempenha na resolução de questões sociais complexas (COESO, 2022).

Para monitorar a transparência das estruturas de propriedade na Europa e avaliar os riscos de corrupção, por exemplo em compras públicas, cobrança de impostos, alocação de recursos, o projeto-piloto 4 visa fornecer aos jornalistas investigativos instrumentos para melhor análise dos riscos de corrupção, conluio e desigualdades no interior de estruturas corporativas complexas e opacas e, assim, conduzir investigações mais eficazes. As principais contribuições deste projeto são aumentar o impacto do jornalismo investigativo e construir uma estrutura sustentável para compartilhar de dados confidenciais (COESO, 2022).

O projeto-piloto 5, desenvolvido na Alemanha, denominado de Crescendo o Conhecimento Migrante: perspectivas contemporâneas e históricas. O projeto analisa o envolvimento de cidadãos e profissionais de diferentes áreas em uma perspectiva histórica e

comparativa, por meio de duas iniciativas distintas. A primeira envolve leigos para trabalhar com uma coleção digital de correspondência enviada de terras de língua alemã para famílias e amigos que migraram através do Atlântico. A segunda iniciativa é um programa em que atores socioeconômicos, como especialistas de setores governamentais e ONGs e ativistas de diferentes origens, preocupados com questões da migração contemporânea, discutem com os migrantes vendo-os como portadores e produtores de conhecimento (COESO, 2022).

No Brasil as pesquisas e estudos relativos à ciência cidadã se encontram em estágio incipiente. Todavia, é possível identificar estudos em andamento. Alguns desses projetos são apresentados no quadro 1.

Quadro 1 – Projetos de Ciência Cidadã no Brasil

Projeto	Descrição/objetivos
Projeto Cidadão Cientista	Criado em 2014 pela SAVE Brasil, seu objetivo é monitorar aves em Unidades de Conservação e parques urbanos nos estados da Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. As espécies observadas durante os monitoramentos são inseridas na plataforma <i>eBird</i> (SAVE BRASIL, 2020).
<i>Brydes</i> do Brasil	Tem como objetivo criar uma base de dados sobre as baleias-de- <i>bryde</i> identificadas a partir de fotos da espécie em águas brasileiras. Visa ampliar o conhecimento sobre as baleias-de- <i>bryde</i> na região Sudeste. Também é usado como fonte de informações para a formulação de políticas públicas de conservação e proteção de áreas marinhas (BRYDES DO BRASIL, 2020; SISTEMA DE INFORMAÇÃO DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA, 2020).
<i>Exoss Citizen Science Project</i>	Registra meteoros e desenvolve estudos astrométricos e astrofísicos. Cataloga novos raios do hemisfério sul. Colabora com instituições de ensino e pesquisas contribuindo com a sociedade. E incentiva a produção de artigos científicos (EXOSS CITIZEN SCIENCE PROJECT, 2020).
AeTrapp	Possibilita o engajamento de comunidades no monitoramento de populações de mosquitos <i>Aedes</i> , vetores de zika, dengue, chikungunya e febre amarela urbana (AETRAPP, 2020).
ECOIA – Ecologia e Ação	É uma organização não governamental que surgiu em 1989, em Campo Grande-MS, formada por um grupo de pesquisadores que atuam em diversos segmentos profissionais, tais como: biologia, comunicação, arquitetura, ciências sociais, engenharia e educação. O principal objetivo é estabelecer um espaço para reflexão, formulações, debates e desenvolvimento projetos e políticas públicas para a conservação ambiental e a sustentabilidade (ECOIA, 2020).
Universidade Federal do ABC (UFABC)	Desenvolve projetos de extensão que inclui estudos sobre os benefícios das árvores para a população; Bentos de costão rochoso; a presença e abundância de euglenas em praias do Litoral Paulista; Pellets plásticos nas praias; a percepção das crianças com relação aos resíduos sólidos urbanos (LOPES, 2020).
DemarCafé	Trata-se de um aplicativo desenvolvido por pesquisadores no Sul de Minas Gerais, no ano de 2017, que tem o propósito de auxiliar as equipes de geoprocessamento na conferência de campo dos mapas de

	café gerados por geotecnologias. Permite o refinamento de áreas de café, minimizando os problemas decorrentes da classificação incorreta em mapeamentos do agronegócio cafeeiro (CASTRO <i>et al.</i> , 2017).
Explicabilidade de <i>software</i>	Projeto desenvolvido por pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC MINAS). Analisa como produzir um <i>software</i> que tem a capacidade de se autoexplicar às pessoas e ao mesmo tempo identificar o que as pessoas esperam desses <i>softwares</i> para que eles sejam efetivos (PONCIANO, 2019).
Pensamento computacional	Desenvolvido pela PUC MINAS, utiliza o algorítmico em atividades cotidianas das pessoas e ou organizações, como programar uma viagem, aquisição de produtos ou organizar tarefas (PONCIANO, 2019).
Eu vi uma ave usando pulseiras!?	Projeto criado com a intenção de alavancar o monitoramento de aves. O objetivo não é monitorar a espécie, e sim o indivíduo da espécie, com a participação da população geral. Vários ornitólogos no Brasil marcam aves com anilhas coloridas (as “pulseirinhas”) em seus estudos científicos e várias destas aves podem ser eventualmente observadas a distância por qualquer pessoa atenta. Quando uma ave com a pulseirinha é encontrada, é reportado ao ornitólogo que a anilhou, e este terá a chance de usar esta informação em sua investigação científica (SIBBR, 2021).
Bebeu Água?	Realizado em parceria da Universidade Federal Fluminense, Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Escola Santa Rita, localizada em Pelotas/RS, o projeto “Bebeu Água” tem como objetivo mobilizar os alunos do ensino médio para investigar como as pessoas consomem água no seu dia a dia e identificar se o uso de copos e garrafas descartáveis é constante na vida das pessoas. O projeto pretende coletar informações do público que se relaciona com os alunos da escola, analisar os dados obtidos, divulgar os dados em um evento aberto, além de investigar os possíveis benefícios da aplicação de um projeto de Ciência Cidadã para os alunos participantes (BLUE CHANGE, 2021).
Sistema Urubu	Trata-se de um projeto de extensão realizado pelo Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas (CBEE), Departamento de Ecologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), que auxilia na preservação da fauna selvagem brasileira. O projeto possui um aplicativo que pode ser instalado no aparelho celular e tem como objetivo monitorar os acidentes de animais silvestres nas estradas brasileiras. É uma ferramenta que reúne, sistematiza e disponibiliza informações sobre a mortalidade de fauna selvagem nas rodovias e ferrovias, o que pode auxiliar o governo e as concessionárias na tomada de decisão para redução dos atropelamentos (UFLA, 2020; SISTEMA URUBU, 2021).
Bioacústica em tempos de coronavírus	É um projeto relacionado à pandemia do Covid-19 desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal da Bahia que pretende analisar os sons da cidade no período de isolamento social. O objetivo dessa iniciativa de ciência cidadã é verificar como flutuará as informações acústicas da paisagem ao longo e após o processo de isolamento populacional. Nesse projeto, o cidadão pode participar fazendo registros dos sons em um aparelho celular direto das janelas da própria casa, monitorando ativamente a atividade da biodiversidade durante o período de isolamento social (FONOTROPICA, 2021).

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

Além de contribuir nas investigações científicas, iniciativas de ciência cidadã impulsionam o senso crítico coletivo servindo de instrumento na formulação e aplicação de políticas públicas. Diante do valor científico e social da abordagem da ciência cidadã, esta pode ser considerada como importante ferramenta para o desenvolvimento da sociedade.

Apesar do seu grande potencial, a ciência cidadã sofre críticas voltadas à falta de credibilidade que os cientistas atribuem aos dados. Segundo Rebouças (2013), alguns cientistas profissionais e acadêmicos desconfiam dos programas fundamentados na ciência cidadã bem como da veracidade dos dados, devido ao nível profissional da pesquisa. Esses críticos apontam para a falta de treinamento dos voluntários e indicam a ciência cidadã apenas para casos de divulgação e educação (SOARES; SANTOS, 2011). Para eles as descobertas feitas por cidadãos não cientistas não devem valer como marco científico (REBOUCAS, 2013).

Porém, a qualidade dos dados produzidos via ciência cidadã pode ser analisada e validada, o treinamento dos voluntários pode ser feito com excelência através de protocolos apropriados. No artigo “*Next Steps for Citizen Science*” publicado pela revista SCIENCE, os autores ratificam essa afirmação:

Algumas pessoas questionam a prática da ciência cidadã citando preocupações sobre a qualidade dos dados. Com protocolos, treinamento e supervisão adequados, os voluntários podem coletar dados de qualidade iguais aos coletados por especialistas. Para grandes projetos em que o treinamento de voluntários e a avaliação de suas habilidades podem ser um desafio, novas ferramentas estatísticas e de computação de alto desempenho abordaram questões de qualidade dos dados, como viés de amostragem, detecção, erro de medição, identificação e agrupamento espacial (BONNEY *et al.*, 2014, p. 1436).

Ao avaliarem a qualidade dos dados na ciência cidadã, Kosmala *et al.* (2016) constataram que os conjuntos de dados produzidos por cidadãos não cientistas podem ter alta qualidade confiável, comparável aos produzidos por profissionais. Os autores também confirmam que “a maioria dos tipos de viés encontrados em conjuntos de dados de ciências do cidadão também são encontrados em conjuntos de dados produzidos profissionalmente e podem ser mitigados usando as ferramentas estatísticas existentes” (KOSMALA *et al.*, 2016, p. 551).

Levando em conta a garantia da confiabilidade e aplicabilidade da ciência cidadã, os projetos baseados nessa abordagem são responsáveis pela geração de resultados de grande importância científica. Além disso, práticas de ciência cidadã contribuem para o engajamento das pessoas estimulando a cidadania e a participação dessas no processo de construção do conhecimento.

Nesse sentido, ciência cidadã pode ser considerada uma forma de democratizar o acesso à ciência, estimulando e ajudando as comunidades na formulação das políticas públicas (BROEDER *et al.*, 2016; FAN; CHEN, 2019; STRASSER *et al.*, 2019). A relação efetiva entre ciência e democracia proporciona o desenvolvimento de uma discussão aberta e crítica entre pesquisadores, formuladores de políticas e cidadãos (IRWIN, 2001).

2.3 Ciência Cidadã e Democracia

O termo e a compreensão acerca de Democracia envolvem várias nuances e pode se referir a coisas diferentes e diversas. Mas, um elemento comum na maioria das teorias e conceitos sobre democracia é o fato de que alguma medida de poder deve ser distribuída entre todos os cidadãos (CHRISTIANO, 2015). Dessa forma, “algo se torna mais democrático quando mais pessoas, idealmente todos os envolvidos, podem participar” (STRASSER *et al.*, 2019, p. 62).

Isso se aplica também em relação a democratizar o acesso a ciência, uma vez que os avanços tecnológicos e a geração de conhecimento qualificado, na atualidade, são constantes e a transferência das informações e construção de conhecimentos pertinentes a determinado tema permitem não somente qualificar a sapiência das pessoas como também o progresso advindo do progresso científico e tecnológico, fatos esses que impactam o desenvolvimento social e econômico de uma sociedade. Assim disseminar informações é requisito básico e fundamental para produzir novos padrões de sustentabilidade econômico, social e ambiental.

O exercício de uma ciência voltada para promoção da cidadania e resolução de problemas sociais é segundo Araújo (2019), um compromisso social que busca sobretudo entender as reais necessidades da população. Para tal, é imperativo uma aproximação entre a academia e a sociedade, com vistas a fomentar a participação social no processo de construção de conhecimento e possibilitar de fato a edificação de uma ciência cidadã (ARAÚJO, 2019).

Uma das principais características da ciência cidadã é a possibilidade de participação de não cientistas na produção do conhecimento científico. Nesse sentido, a ciência cidadã contraria a visão tradicional da ciência como uma atividade exclusiva dos cientistas como um grupo elitista fechado, isolado da comunidade (STRASSER *et al.*, 2019).

A esse respeito Fan e Chen (2019, p. 186) indicam que “a ciência é importante demais para ser deixada para os cientistas de elite. Como o público tem interesse na ciência e no que os cientistas fazem, ele tem o direito e a responsabilidade de tomar parte nas decisões sobre a ciência”.

Alguns estudiosos equiparam a ciência cidadã a um movimento para democratizar o acesso à ciência. Nesse sentido, o movimento nacional denominado “Movimento Ciência Cidadã” que teve início no Brasil em 2012, na cidade de Belém-PA, aponta várias discussões e encontros acerca de temas relacionados inicialmente ao campo das biotecnologias. Esse movimento entende e propaga que o objetivo da ciência cidadã é “elaborar, propor, promover novas formas de fazer ciência em democracia, com a participação dos sujeitos” (MOVIMENTO CIÊNCIA CIDADÃ, 2020). Assim, fóruns, encontros, debates, divulgação de protocolos específicos têm sido as estratégias utilizadas na divulgação dos fundamentos da Ciência Cidadã.

Em seu livro *Citizen Science: a study of people, expertise and sustainable development*, Irwin (1995) apresenta uma ciência que contribua para o exercício da cidadania. Ele defende a participação ativa de não cientistas em investigações científicas que levem à tomada de decisão em nível político sobre temas e assuntos específicos que afetam a vida de uma coletividade. Assim, são objetivos da ciência cidadã aproximar o público e a ciência, e considerar as possibilidades de uma “cidadania científica” mais ativa, que envolva o público, por meio de um diálogo qualificado e fundamentado, no processo de tomada de decisão em relação aos problemas locais, bem como na formulação das políticas públicas.

Em suas considerações, Albagli, Clinio e Raychtock (2014), expõem que a ciência cidadã também é vista como um empreendimento da denominada “Ciência Aberta”, movimento que demanda uma ciência mais transparente, participativa e democrática, e que inclui iniciativas como acesso aberto a publicações científicas, dados científicos abertos, ferramentas e materiais científicos acessíveis, recursos educacionais colocados à disposição do público. Nesse sentido, o conhecimento é fundamental no fortalecimento da cidadania e na construção de sociedades mais justas, sustentáveis e igualitárias (ALBAGLI; CLINIO; RAYCHTOCK, 2014).

Iniciativas de ciência cidadã destacam na ciência elementos ou aspectos relativos à democracia como, participação, transparência, diálogo franco e aberto, diversidade de opiniões entre outros. Mas vale lembrar que não são todos os projetos de ciência cidadã que se destinam a democratizar o acesso à ciência ou levar a resultados de justiça social. Muitos projetos são intencionalmente elaborados para responder a importantes questões científicas ou para atender objetivos educacionais específicos (BONNEY *et al.*, 2016).

Rocha (2019) ressalta que, apesar da ciência cidadã ser identificada como forma de democratização do acesso à ciência, na prática, isso nem sempre se concretiza de maneira efetiva, já que, muitas vezes o envolvimento dos não cientistas se restringe, inicialmente à coleta de dados. No entanto, considerar aspectos da democratização relacionada à ciência cidadã engloba iniciativas direcionadas para maior participação do não cientista, permitindo

assim a intervenção do cidadão tanto na produção e uso dos dados, como nas diretrizes de determinado evento científico.

Segundo Bonney e colaboradores (2016, p. 12), “para que o campo da ciência cidadã realmente contribua para a democratização do acesso à ciência, ele deve se esforçar para alcançar uma ampla gama de públicos e participantes”, como também, deve tornar a política científica mais sensível à compreensão e preocupações das pessoas, tornando a política científica mais democrática (IRWIN, 1995).

Democratizar o acesso à ciência não se trata apenas de permitir o acesso ao conhecimento. Trata-se do direito do cidadão à participação no processo de produção desse conhecimento, impulsionado por assuntos de relevância do seu ambiente local.

A relação entre Ciência e cidadania, direito de participação dos cidadãos na produção e usufrutos dos conhecimentos também permite considerar a Ciência como prática social. O desenvolvimento de uma ciência ocorre por meio do trabalho combinado de pessoas, cada qual aplicando suas habilidades. Assim, a construção do conhecimento científico decorre de um esforço social, obtido por meio do trabalho conjunto de vários artífices em sua interação com o mundo natural (CHALMERS, 1993). No processo de produzir conhecimento, os cidadãos não cientistas, conjuntamente com os cientistas, estarão envolvidos em uma rede complexa de sentidos e práticas relativos a determinado tema.

Pena (2020, p. 1), se manifesta, nesse sentido, apontando que a Ciência é “uma maneira de se posicionar perante as pessoas e a realidade” valendo-se de um método que analisa hipótese e possibilidades baseadas em “evidências concretas, não reconhecendo revelação religiosas ou autoridade política e estabelecendo uma base estritamente humana para construção do nosso sistema moral”.

Nesse sentido, o autor aponta para o espírito do humanismo científico e se permite relacionar cidadania e Ciência de maneira completa quando se expressa:

a Ciência não é um corpo arcano de métodos e práticas inacessíveis ao cidadão comum, mas, simplesmente a prática da imaginação com o crivo do pensamento crítico. Esse exercício, na sua acepção mais plena constitui a base de uma cidadania responsável. A democracia permite às pessoas fazer escolhas conscientes. Quanto maior for a parcela da população que exercitar o pensamento crítico, melhores serão as decisões tomadas. É isso que podemos chamar de democracia científica (PENA, 2020, p. 5).

Corroborando uma visão ampliada que reconhece os aspectos democráticos da atividade científica, a revista *Science*, em Editorial (2020, p. 1405) citou explicitamente o Brasil, como exemplo de país onde se trava uma batalha entre os fatos científicos e a ficção subordinada a

interesses ideológicos e políticos. O Editorial ainda destaca que a comunicação e a divulgação científicas são reconhecidas como instrumentos hábeis para a superação dessas dificuldades.

Nesse sentido o Editorial afirma que essa visão cidadã da atividade científica é também importante para se antepor às tendências contemporâneas de desinformação e notícias falsas (*fakenews*) potencializadas pelos meios digitais de comunicação (SCIENCE, 2020).

O matemático Warren Weaver (1957) notabilizou-se por uma carreira na área da divulgação da teoria matemática da comunicação e gestão da Ciência, como diretor da Fundação Rockefeller. Seu artigo publicado em *Science* (Weaver, 1957) consolidou uma visão de que a Ciência deve e precisa desempenhar uma função social de guia para as decisões que atingem o cidadão. Esta seria, segundo o autor, uma “conquista da moderna cidadania e uma responsabilidade da Ciência, cuja missão não é somente a investigação da natureza, mas também a interpretação dos resultados” (WEAVER, 1957, p.1229).

Contemporaneamente, a Comissão Europeia realizou em 2005 no âmbito do programa *Eurobarometer*, uma série de pesquisas de opinião sobre a visão do cidadão europeu relativa a Ciência e a Tecnologia, seus conceitos, impactos e resultados. Investigando as atitudes do cidadão relativas ao tema, o principal achado dos investigadores foi identificar que a comunicação científica para os cidadãos induzia o reconhecimento de valores sociais relativos a qualidade de vida, a participação nas decisões, a proteção da privacidade, a liberdade, a integração, a equidade e a proteção social, apontando também uma imagem otimista e positiva da investigação científica e o seu uso tecnológico (EUROPEAN COMMISSION, 2005).

Por exemplo, foi identificado que a Ciência contribuía para a superação do terrorismo, a melhoria da saúde, a preservação do ambiente, a identificação do papel das crianças e mulheres na sociedade e a garantia das futuras gerações. O trabalho da Comissão Europeia resultou no reconhecimento de que a opinião pública bem-informada valorizava a inovação como atributo decorrente da Ciência e o ligava à preservação dos valores da civilização e da sociedade civil (EUROPEAN COMMISSION, 2005).

Podemos considerar que estes resultados desde a concepção de Weaver (1957) fundamentam uma concepção ampliada de ciência cidadã, na medida em que a comunicação científica e seu reconhecimento pelo cidadão, valoriza atributos identificados com o conceito de democracia. É neste sentido contemporâneo que podemos interpretar o desígnio expresso por vários pesquisadores citados anteriormente quando afirmam que a Ciência Cidadã pode democratizar o acesso à Ciência.

A Comissão Europeia sintetizou estas observações no *White paper on citizen Science for europeu* quando cunhou o termo “*socientize*” agregando significados semânticos coerentes

à ciência e à sociedade, tais como conscientização, comunicação, sociabilidade, participação, cientificidade (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

Uma das mais eloquentes evidências do reconhecimento da relação entre ciência e sociedade é o trabalho do engenheiro americano Vannevar Bush. Reconhecendo que a humanidade compreende e intervém na natureza modificando a qualidade de vida das pessoas, Bush examinou o papel social do conhecimento. Como diretor do Escritório de Pesquisa e Desenvolvimento do governo dos Estados Unidos da América, durante a segunda Guerra Mundial, realizou uma reflexão sobre esse papel, transformando de modo definitivo o investimento dos Estados Unidos da América em ciência e tecnologia.

No documento “Ciência: a fronteira sem fim” elaborado em julho de 1945, Bush (1945) respondeu às perguntas do presidente Franklin Roosevelt sobre o valor e significado social e econômico da ciência e da tecnologia para a sociedade americana, principalmente tendo em vista o esforço de guerra daquele país.

Analisando esse período, Bush elaborou a recomendação de uma abordagem nacional para a ciência e a pesquisa, ressaltando o poder da ciência e seu papel decisivo na criação de novos empreendimentos, na geração de emprego e renda, na democratização de oportunidades, no combate às doenças, no progresso cultural, na segurança nacional e no bem-estar da população (BUSH, 1945). Entre suas propostas estava a criação de um órgão de Estado para o financiamento e organização dos investimentos públicos em ciência.

Segundo seu estudo, o progresso científico é eficaz para elevar o padrão de vida da sociedade e, por isso, os governos devem investir em capital científico. Ao relatar sobre as medidas a serem implementadas para o bem-estar da população norte americana, Bush (1945) afirma que o governo deve promover a pesquisa científica e aumentar o fluxo de novos conhecimentos científicos por meio do apoio à pesquisa e fomentar o desenvolvimento do talento científico em todas as parcelas da população, principalmente a juventude. Seria fundamental que mais pessoas fossem treinadas em ciência, pois delas dependem a criação de novos conhecimentos e sua aplicação prática. Também seria preciso fortalecer os centros de pesquisa básica, que são principalmente as escolas, universidades e institutos de pesquisa.

Dada sua importância o investimento em ciência não pode ser relegado ao improvisado, às circunstâncias, mas deve fazer parte de um planejamento de Estado e o conhecimento deve ser disseminado sistematicamente pelas organizações de educação. De acordo com Bush (1945), para o progresso científico ser eficaz para a melhoria de vida das pessoas precisa resultar do livre exercício de intelectos livres que trabalham em assuntos de sua própria escolha, consoante sua curiosidade na exploração do desconhecido.

É necessário também manter o relacionamento apropriado entre a ciência e demais aspectos de um sistema democrático. A *National Science Foundation*, criada naquele período com o objetivo específico de prover fundos para o avanço científico e tecnológico nessas bases, é resultado da recomendação de Bush fundamentada na capacidade da ciência e da técnica de proverem meios para o desenvolvimento social e econômico.

A visão de mundo, a compreensão e descrição dos achados da Ciência são construções humanas derivadas das várias formas de interação social levadas a efeito em um específico espaço e tempo históricos. Assim, o processo de produção do conhecimento é sobretudo uma forma de ação social na qual são consideradas as práticas e ações dos cidadãos, quando formas do saber de grupos específicos são agregados e considerados integrantes do processo científico de produção do conhecimento.

2.4 Comunicação Pública da Ciência

No Brasil, no período que decorre de 1964 até 1985, o sistema de comunicação instalado tinha como principal objetivo zelar da imagem pública do regime militar, transmitindo uma ideia positiva para a sociedade.

Esse sistema foi efetivado através da Assessoria Especial de Relações Públicas (AERP) criada em 1968, que coordenava a comunicação entre o poder executivo e a sociedade. O propósito da AERP era divulgar as ações do governo militar, veiculando uma imagem pública democrática e positiva (MATOS, 1997).

Durante o governo do último presidente do regime militar, o general João Figueiredo (1979-1985), foi criada a Secretaria de Comunicação Social (SECOM) com o intuito de preparar o país para a reabertura política (MAINIERE; RIBEIRO, 2011). Com o término desse período e a instalação do processo de democratização do país, os níveis de exigência da sociedade puderam ser expressos e se intensificaram as exigências por transparência, baseada em fatos, sobretudo em relação aos órgãos públicos.

A Constituição Federal de 1988 abriu espaços à defesa de direitos e à ampliação da participação do cidadão na vida pública, transformando o papel do Estado em relação à sociedade (BRASIL, 2014). Dessa forma, a população brasileira passa a participar ativamente dos processos políticos e sociais, buscando informações e soluções para suas demandas.

Assim podemos considerar que, no Brasil, a comunicação pública ganha novos contornos, logo após o período da redemocratização e da promulgação da Constituição de 1988.

Diante do cenário democrático e participativo, a sociedade se organiza para debater políticas públicas voltadas para a democratização da comunicação ocasionando a abertura de novos canais de comunicação entre o cidadão e o governo, configurando-se a comunicação pública (MATOS, 2007).

É importante esclarecer que a comunicação pública não é o mesmo que comunicação governamental ou política. A comunicação governamental visa a prestação de contas do governo à sociedade. A comunicação política está associada ao *marketing* político que se utiliza de estratégias de comunicação persuasiva e de convencimento. Por outro lado, a comunicação pública deve ser pensada como divulgadora de informação de interesse coletivo, independente se é originária de uma instituição privada ou pública (MAINIERE; RIBEIRO, 2011).

O conceito de comunicação pública começa a ser desenvolvido por volta dos anos de 1980, na Europa (MATOS, 1999). No Brasil a discussão a respeito do termo chega mais tarde porque, até então, a comunicação pública estava vinculada exclusivamente à comunicação governamental. Brandão (2009) afirma que no período de 2003 a 2011 a comunicação pública passa a se destacar como informação para a cidadania.

Segundo especialistas, existe certa imprecisão sobre o significado e a abrangência da comunicação pública (COSTA, 2006; BRANDÃO, 2009). Brandão (2009), reconhece que a comunicação pública ainda é um conceito não muito claro e vem assumindo múltiplos significados, dependendo do país, do autor e do contexto em que o termo é aplicado. Numa perspectiva histórica, pode ser considerado a evolução de vários outros conceitos que o precederam, como a “comunicação organizacional, empresarial, governamental, política, integrada, corporativa, administrativa e estratégica” (LIEDTKE; CURTINOV, 2016, p. 01).

Trata-se de um campo de conhecimento que abarca uma grande variedade de saberes. Para Brandão (2009), a comunicação pública é identificada principalmente com cinco áreas distintas de conhecimento: comunicação organizacional, comunicação científica, comunicação governamental, comunicação política e comunicação comunitária.

Em diversos países a comunicação pública é associada à área que analisa a comunicação no interior das organizações e entre elas e seus públicos, de forma estratégica. É identificada com os conhecimentos e técnicas da área de comunicação organizacional. O papel da comunicação é criar relacionamentos entre as organizações, públicas ou privadas, com seus diversos públicos e construir uma identidade institucional das organizações (BRANDÃO, 2009).

A comunicação pública é também associada à comunicação científica, cujo objetivo é despertar o interesse da sociedade pela Ciência, através de canais de integração da Ciência com

a vida cotidiana das pessoas (BRANDÃO, 2009). De acordo com Brandão (2009), há pelo menos dois fatores que possibilitam a identificação da comunicação científica com a comunicação pública.

Primeiro, a comunicação científica se desenvolve a partir de uma área tradicional da Ciência da Informação, a divulgação científica. No Brasil, as experiências acumuladas no campo da difusão de informação somam-se à divulgação científica, especialmente nos setores da agricultura e da saúde. O setor agrícola tornou-se uma área específica de estudo, com metodologias próprias de comunicação para o homem do campo. Na saúde pública, foram criadas estratégias de informação para melhoria das condições de vida sobretudo das populações mais vulneráveis. Portanto, é um processo de comunicação criado e mantido pelo Estado que visa o desenvolvimento do país, o que permite identificar a comunicação científica com a comunicação pública (BRANDÃO, 2009).

O segundo fator decorre de o conhecimento científico incorporar demandas sociais, políticas, econômicas e corporativas que estão além dos limites da ciência pura, forçando as instituições de pesquisa a estender a divulgação científica para além do círculo de seus pares (BRANDÃO, 2009).

Dessa forma, crescem a preocupação com o papel social da ciência na sociedade, a competitividade entre as instituições de pesquisa e o investimento em pesquisas e capacitação dos pesquisadores, evidenciando a necessidade de acesso às informações científicas para o pleno exercício da cidadania e o posicionamento da área das ciências no que tange às decisões políticas e econômicas (BRANDÃO, 2009).

Esse movimento implica o despertar do interesse da opinião pública pela ciência, influenciando a mudança de hábitos e comportamentos, uma vez que permite as informações científicas estar mais presente e ativa na tomada de decisão política em relação aos assuntos da ciência que influenciam diretamente na vida do cidadão.

Em outro sentido, o conceito é assimilado à comunicação governamental, na qual é obrigação do governo estabelecer um fluxo informativo e comunicativo com a sociedade. A comunicação pública é entendida como um processo comunicativo das instâncias e órgãos governamentais, organizações não governamentais, associações, agências reguladoras, empresas privadas que trabalham com serviços públicos, como telefonia, eletricidade e outros, que atuam com a informação voltada para a cidadania (BRANDÃO, 2009).

Nessa concepção, a comunicação governamental pode ser entendida como comunicação pública na medida em que se torna um instrumento de construção da agenda pública e tem o foco direcionado para a prestação de contas, o engajamento cívico nas políticas públicas e o

debate público (BRANDÃO, 2009). É um meio, legítimo, do Estado prestar contas e levar ao conhecimento da população assuntos de interesse público.

A comunicação política também pode ser reconhecida como comunicação pública. Para Brandão (2009, p. 06), a área da comunicação política pode ser entendida sob a perspectiva da “utilização de instrumentos e técnicas da comunicação para a expressão pública de ideias, crenças e posicionamentos políticos”, e revelador das “disputas existentes entre os proprietários de veículos e tecnologias de comunicações e o direito da sociedade de interferir e poder determinar conteúdos, o acesso a esses veículos e às tecnologias em seu benefício”.

Por último, a comunicação pública é identificada com as estratégias de comunicação da sociedade civil organizada. Também denominada de comunicação comunitária e/ou comunicação alternativa, está relacionada às práticas e formas de comunicação que são desenvolvidas pelas comunidades, pelas organizações da sociedade civil organizada e pelos movimentos sociais (BRANDÃO, 2009). É um tipo de comunicação centrada na ideia de que as responsabilidades públicas não são exclusividade do Estado, mas de toda a sociedade.

Percebe-se que a comunicação pública perpassa diversas áreas de conhecimento e que o conceito ainda se encontra em processo de construção. No Brasil, geralmente, o termo é associado às ações de comunicação no âmbito da administração pública, que acompanha a tomada de decisão do governo e de outros agentes públicos (COSTA, 2006).

Em abril de 2009, a Escola Nacional de Administração Pública (ENAP) realizou o seminário “Comunicação Pública: A Experiência Francesa” que contou com a palestra do presidente da associação francesa *Communication Publique*, Pierre Zémor, um dos principais pensadores da comunicação pública, que na oportunidade discorreu sobre a origem e construção do conceito.

Na palestra, o especialista francês lembrou que a comunicação pública começou a ser conceituada há cerca de 25 ou 30 anos, em meio a intensos debates sobre os conceitos de comunicação do Estado, comunicação social, comunicação política e a inédita comunicação pública (BRASIL, 2009).

O professor Zémor explicou que, alguns setores argumentavam que a nova modalidade de comunicação ficasse a cargo dos jornalistas e publicitários, e outros que a comunicação pública se limitasse à imprensa, à publicidade ou ao *marketing*. Mas, para Zémor, era necessário que a comunicação se afastasse das características concorrenciais de mercado para haver a representação dos poderes públicos (BRASIL, 2009).

O Prof. Zémor define a comunicação pública como “o compartilhar e a troca de informações de utilidade pública, cuja responsabilidade cabe a uma instituição pública ou a um

organismo que tem missão de interesse coletivo” (BRASIL, 2009, p. 198). Para o autor, a comunicação pública pressupõe a multiplicidade de atores sociais, devendo ser praticada sobretudo pelo Estado, em um fluxo constante de comunicação entre o Estado e a sociedade, envolvendo o cidadão de forma direta e interativa. Mas, o Prof. Zémor ressalta que a comunicação pública também pode ser praticada por instituições privadas (BRASIL, 2009).

A partir da definição de Pierre Zémor, o Glossário de Comunicação Pública (2020, p. 42) destaca a seguinte referência: “a comunicação pública é aquela realizada pelo governo e outros agentes públicos e se caracteriza pela troca de informações de utilidade pública entre as instituições e governos e a sociedade”.

A comunicação pública deve ser legitimada pelo interesse público e centrada no cidadão, não apenas no sentido de transmitir conteúdo, mas estimulando a interação com o público. Toda e qualquer informação referente às ações governamentais, serviços e contas públicas, partidos políticos, movimentos sociais, instituições públicas ou privadas é um direito assegurado ao cidadão (GLOSSÁRIO DE COMUNICAÇÃO PÚBLICA, 2020).

O conceito não se restringe às mensagens institucionais emanadas pelo governo para a população. Envolve muito mais que os interesses e as necessidades da administração pública e/ou da iniciativa privada, uma vez que a comunicação pública abrange toda a comunicação de interesse público, “toda ação de comunicação que tem como objetivo primordial levar uma informação à população que traga resultados concretos para se viver e entender melhor o mundo” (COSTA, 2006, p. 20).

Trata-se de um processo comunicativo que deve ser praticado pelo Estado, terceiro setor, iniciativa privada, sociedade civil organizada, dentre outros, com foco no interesse público, em prol de uma sociedade democrática. Tem como objetivos “promover a cidadania e mobilizar o debate de questões afetas à coletividade, buscando alcançar, em estágios mais avançados, negociações e consensos” (KOÇOUSKI, 2012, p. 92).

Uma contribuição interessante para a reflexão, acerca da comunicação pública e sua relação com a esfera pública, é realizada por Matos (2006) que destaca que a comunicação pública é aquela em que se trava o debate na esfera pública entre Estado, governo e sociedade, sobre temas de interesse coletivo.

Matos (2006) ressalta que estamos diante de um processo de negociações que ocorre por meio da comunicação, o que é próprio das sociedades democráticas. Para Brandão (2009), é um processo comunicativo das instâncias da sociedade que trabalham com a informação voltada para cidadania. Nesse sentido, as universidades também possuem o papel de viabilizar as informações pertinentes à sociedade.

A função de interlocução e a perspectiva dialógica da comunicação pública também é um fator a ser destacado. Em suas considerações, Duarte (2007) lembra que a comunicação pública pressupõe a necessidade de identificar as demandas da sociedade e que as redes sociais são ferramentas importantes para isso, uma vez que possibilitam uma comunicação mais célere das instituições com os diversos públicos em nível global e em tempo real.

Considerando que o principal intuito da comunicação pública é transmitir informações de interesse público aos cidadãos e estabelecer um diálogo e uma relação entre Estado e sociedade, o conceito remete ao processo de comunicação instaurado em uma esfera pública, entendida como um espaço de debate, negociação e tomada de decisões relativas à vida pública da sociedade (MATOS, 1999).

Nesse sentido, a pesquisadora Ângela Marques aborda a comunicação pública legitimada na configuração de uma esfera pública movida pela ação comunicativa, sob a perspectiva comunicacional e democrática exposta pelo filósofo alemão Jürgen Habermas (1987) em sua teoria denominada “Teoria da Ação Comunicativa”, fundamentada na argumentação racional e inclusiva (MARQUES, 2008).

A Teoria da Ação Comunicativa desenvolvida por Habermas está fundamentada no conceito de ação, entendida como a capacidade que os sujeitos sociais têm de interagirem, perseguindo racionalmente objetivos que podem ser conhecidos pela observação do próprio agente da ação (GUTIERREZ; ALMEIDA, 2013).

Habermas entende que a vida em sociedade e a compreensão do ser humano decorre das ações de natureza comunicativa, aquelas ações coordenadas visando alcançar o entendimento, via o diálogo entre os envolvidos. A argumentação do autor é de que, na interação com a linguagem por meio da ação comunicativa, os indivíduos compartilham aspectos advindos da vivência comandada pelos fatos objetivos e os aspectos imateriais, intangíveis emanados da subjetividade (HABERMAS, 1987).

Para Habermas o ato de fala é ação, assim, o autor analisa a linguagem do Direito e propõe a ação comunicativa no contexto da política que se consubstancia na democracia deliberativa. Segundo Habermas (1997) só é possível uma democracia deliberativa com base na ação comunicativa. No seu entendimento a democracia deliberativa deve estar fundamentada na força da opinião pública, que se manifesta nas esferas públicas (HABERMAS, 1997).

As esferas públicas constituem uma dimensão social que exerce a interposição entre Estado e sociedade nas quais o público se estabelece como arauto da opinião pública conformando espaços onde as opiniões e informações circulam se utilizando dos vários

organismos encarregados da propagação das opiniões; meios televisivos, jornais, rádios, redes sociais, internet.

Para Habermas (1997) a esfera pública é um fenômeno social, pois refere à opinião das pessoas, da liberdade de expressão, o que deve estar presente de forma ampla nas sociedades democráticas. O filósofo define esferas públicas “como uma rede adequada para a comunicação de conteúdos, tomadas de posição e opiniões; nela os fluxos comunicacionais são filtrados e sintetizados a ponto de se condensarem em opiniões públicas enfeixadas em termos específicos” (HABERMAS, 1997, p.92).

Habermas (1997) entende que a esfera pública se reproduz por meio do agir comunicativo quando a opinião pública é colocada no debate público, e a sociedade participa de forma ativa intervindo e opinando em questões e problemas sociais.

À luz do entendimento habermasiano do processo comunicativo, Marques e colaboradores (2017) explicam que a expressão “comunicação pública” seria utilizada para caracterizar um tipo específico de interlocução pautada pelos ideais de construção de redes de esferas públicas nas quais os debates sejam marcados pela publicidade, inclusividade, paridade, igualdade e uso racional da linguagem apresenta.

Os autores complementam manifestando que uma das principais exigências para se conceber a comunicação pública a partir dos conceitos presentes em Habermas, é adotar a prática de assumir, mesmo que temporariamente, o lugar do outro, e assim buscar entender demandas, interesses e sentimentos a partir de uma identificação baseada na empatia e na solidariedade (MARQUES; MAFRA; MARTINO, 2017).

Nessa concepção, a comunicação pública não se restringe às negociações entre organizações, instituições, setores público e privado e sociedade civil, mas abrange também as tensões, conflitos, embates e dissenso que atravessam as interações em um nível micro. Por isso, é fundamental considerar os dilemas, conflitos e problemas presentes na vida dos indivíduos e que se manifestam nas suas comunicações, expressando a opinião de grupos e setores da sociedade visando uma participação cívica e voltada para a expressão discursiva (MARQUES; MAFRA; MARTINO, 2017).

A comunicação pública efetiva requer o envolvimento e participação ativa da sociedade. Portanto, trata-se de uma via de mão dupla e não apenas um mecanismo de divulgação de informações pelo poder público.

Nessa breve explanação acerca da comunicação pública, é possível constatar que a gama de discussões em torno do conceito é ampla, uma vez que este está em consolidação. Contudo, a literatura indica que o princípio norteador da comunicação pública é a busca da transparência

e a construção da cidadania, reforçando a democracia (SANTOS; ALMEIDA; CREPALDI, 2020, p. 280). Quando exercida, a comunicação pública viabiliza a divulgação de informações de interesse público e possibilita ao cidadão exercer seu direito de receber essas informações, proporcionando-lhe a oportunidade de participar do debate público e da tomada de decisão política. É neste sentido que a comunicação pública da ciência é pertinente, atendendo ao interesse público por meio da Ciência.

A definição básica de comunicação pública da ciência, ou comunicação científica, é analisada por Brandão (2006), como uma comunicação que envolve diversas atividades e estudos e que tem como principal objetivo criar canais onde possa ocorrer a integração da ciência com o cotidiano das pessoas, despertando o interesse do público por assuntos científicos.

A interação entre ciência e sociedade não se limita a simples transmissão de conteúdo, do deslocamento de informações abalizadas vindas do meio acadêmico para o público. É preciso adotar uma linguagem acessível e atrativa à população não especialista. Portanto, é importante investir em ações de comunicação científica que incentivem a apropriação dos conhecimentos mínimos necessários para capacitar o cidadão a participar em processos de deliberação de natureza científica.

Dentro do contexto da ciência aberta, a comunicação pública da ciência é um espaço de oportunidades para diálogos entre a academia e a sociedade, envolvendo diferentes atores sociais e trazendo para o centro do debate a figura do cidadão não especializado em ciência (MANSO, 2015).

É importante destacar que o ambiente da ciência aberta faz com que o cidadão leigo assuma um protagonismo social no desenvolvimento científico.

Fernandes (2011), entende a comunicação pública da ciência como o exercício através do qual os produtores do conhecimento científico, os cientistas, dão a conhecer o resultado do seu trabalho às pessoas leigas, não especialistas nas ciências. O autor reforça que, a comunicação científica não é apenas uma transmissão de informações dos cientistas aos leigos, mas deve ser vista principalmente como um discurso sobre a ciência, onde se busca deixá-la mais acessível, considerando o papel social da Ciência (FERNANDES, 2011).

Assim, produzir e difundir o conhecimento científico significa mais que comunicar os resultados de pesquisas científicas. Envolve uma série de preocupações de âmbito social, político e econômico que ultrapassam os limites da ciência, fazendo com que as instituições estendam a divulgação para além de suas áreas. Por isso, é fundamental que o campo científico

e o campo comunicacional estejam cada vez mais próximos e unidos em prol da comunicação científica efetiva.

Segundo a pesquisadora do Núcleo de Estudos da Divulgação Científica do Museu da Vida, da Casa de Oswaldo Cruz da Fundação Oswaldo Cruz, Luisa Massarini, e o presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, o doutor Ildeu Moreira, a história da comunicação científica no Brasil tem pelo menos dois séculos. Uma das primeiras tentativas de organização de associações voltada para a divulgação científica ocorreu com a criação da Academia Científica do Rio de Janeiro pelo marquês do Lavradio, em 1772 (MASSARINI; MOREIRA, 2002).

No final do século XVIII e início do século XIX, muitos brasileiros que tinham ido estudar em cursos superiores na Europa, retornaram para o Brasil e contribuíram com a difusão da ciência. Mas, a manifestação mais consistente da comunicação científica surge com a chegada da Corte portuguesa no Brasil, com a abertura dos portos e a criação da Impressão Régia, que foi a única tipografia existente no Rio de Janeiro até a independência. Em seguida foram criadas as primeiras instituições de ensino superior e outras instituições ligadas à ciência como a Academia Real Militar (1810) e o Museu Nacional (1818) (MASSARINI; MOREIRA, 2002).

A Impressão Régia (1808) viabilizou a publicação de textos e manuais voltados para a educação científica. Além disso, os primeiros jornais como “A Gazeta do Rio de Janeiro”, “O Patriota” e o “Correio Braziliense” publicavam artigos e notícias relacionados à ciência (MASSARINI; MOREIRA, 2002).

Apesar dos avanços, as pesquisas científicas no Brasil ainda eram restritas e limitadas a uma pequena elite, uma vez que a maior parte da população brasileira era analfabeta.

Na segunda metade do século XIX, as atividades de comunicação científica começam a se intensificar. Um exemplo foram as “Conferências Populares da Glória” iniciadas em 1873, sob a coordenação do senador Manoel Francisco Correia, que contou com o apoio de Dom Pedro II. As conferências eram realizadas por intelectuais e estudiosos em escolas do bairro, pretendendo despertar assim o interesse público para temas e debates variados e difundir as ciências no Brasil (BIBLIOTECA NACIONAL, 2020).

Nas primeiras décadas do século XX vários mecanismos foram criados para divulgar e fomentar a produção científica, como por exemplo a Academia Brasileira de Ciências (ABC). Dentro dos salões da ABC foi fundada, por um grupo de cientistas, professores e intelectuais, a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, um novo veículo de comunicação que tinha por objetivo difundir informações e temas educacionais (MASSARINI; MOREIRA, 2002).

Segundo Massarini e Moreira (2002), as últimas três décadas do século XX foi um período rico em experiências de comunicação científica. Nos anos de 1970, as reuniões anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) tiveram grande repercussão pública e na imprensa atraindo a atenção de milhares de cientistas, professores e estudantes. Desde então, a SBPC tem exercido um papel importante na expansão e no aperfeiçoamento do sistema nacional de Ciência e Tecnologia, bem como na difusão e popularização da ciência. (SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 2021).

Em 1982 foi criada a revista “Ciência Hoje”, da SBPC, para divulgação científica, sobretudo dos resultados da pesquisa no Brasil. Essa iniciativa teve como intenção aproximar a comunidade científica brasileira da sociedade. Um dos principais propósitos da revista era fazer com que os cientistas locais escrevessem artigos de divulgação sobre suas pesquisas (CIÊNCIA HOJE, 2021).

Outra iniciativa de comunicação científica na década de 1980 foi a criação dos primeiros museus de ciência, como por exemplo, o Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da Universidade de São Paulo, localizado na cidade de São Carlos, com a finalidade de estabelecer um sistema de apoio didático-pedagógico às escolas, seus professores e alunos, bem como promover e fomentar atividades de divulgação científica e cultural.

O objetivo principal do CDCC é o estabelecimento de um vínculo entre a universidade e a comunidade, facilitando o acesso da população aos meios e aos resultados da produção científica e cultural da universidade. O CDCC promove e orienta atividades que visam despertar nos cidadãos, em especial nos jovens, o interesse pela ciência e pela cultura (CENTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURAL, 2021).

Outro exemplo é o “Espaço Ciência Viva”, uma organização não-governamental e sem fins lucrativos, fundada em 1982 por um grupo de cientistas, pesquisadores e educadores interessados em aproximar a Ciência do cotidiano do cidadão comum. Foi o primeiro a elaborar uma proposta de museu interativo e com a missão de promover ações de ensino, pesquisa e divulgação em ciências; resgatar e motivar o prazer pela experimentação, descoberta, criatividade e diálogo, como processos inerentes à construção do pensamento científico e; empoderar o cidadão para debates sobre conhecimentos, processos e valores em ciência e tecnologia (ESPAÇO CIÊNCIA VIVA, 2021).

Do ponto de vista do apoio governamental, a comunicação científica passou a ter maior atenção a partir de 2004, com a criação do Departamento de Popularização, Difusão da Ciência e Tecnologia no Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (DEPDI). Através do DEPDI o Governo Federal vem apoiando de forma mais incisiva ações de popularização da ciência,

tecnologia e inovação. Entre os compromissos formais assumidos por esse departamento estão: o desenvolvimento de programas de divulgação científica, em parceria com TVs e Rádios; apoio ao ensino de ciências nas escolas, em parceria com o Ministério da Educação (MEC); lançamento de editais voltados para museus e centros de ciência e promoção de eventos de divulgação científica, que anualmente convergem na realização da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (MASSARINI, 2012).

São diversas as iniciativas voltadas para a divulgação e democratização do acesso à ciência. O Observatório de Comunicação Pública da Ciência é uma das ações do “Projeto Pensar a Educação, Pensar o Brasil”, cujo o foco está nas políticas de Ciência e Tecnologia, na comunicação pública da ciência e nas iniciativas de divulgação científica. Promove abordagens críticas e propositivas de ações de comunicação científica, contribuindo para a reflexão crítica sobre a produção e comunicação da ciência. Como iniciativa de comunicação, também acompanha as ações da sociedade civil, dos governos e de instituições na mobilização da opinião e da esfera pública nas definições e implementações de políticas e destinação em Ciência, Tecnologia e Educação (OBSERVATÓRIO DE COMUNICAÇÃO PÚBLICA DA CIÊNCIA, 2021).

No estado de Minas Gerais foi fundada a Rede Mineira de Comunicação Científica (RMCC), em 2015, que reúne as estruturas de comunicação pública da Ciência e de divulgação científica das instituições públicas e privadas de Ciência, Tecnologia e Inovação e de projetos e programas com caráter de comunicação pública da ciência, formalmente reconhecidos pela instituição à qual estão ligados.

Atualmente, a rede é composta por uma gama de instituições como o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Fiocruz Minas, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Fundação Ezequiel Dias (FUNED), Hemominas, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de Lavras (UFLA) dentre outras (REDE MINEIRA DE COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA, 2021).

O propósito da rede é agrupar e incentivar as instituições mineiras, com o objetivo específico de potencializar a divulgação científica no estado. O intuito é fazer com que os avanços da ciência no estado se tornem de conhecimento público e promover estudos e constante especialização dos membros da rede. A RMCC faz coberturas colaborativas de eventos científicos, como a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), e organiza minicursos ministrados pelos membros da rede. A RMCC apoia eventos

nacionais como o *Pint of Science* e já executou várias edições do curso de comunicação pública “Fala Ciência”, idealizado para contribuir com a formação dos membros da rede, pesquisadores e estudantes das instituições e para apoio ao jornalismo científico (REDE MINEIRA DE COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA, 2021).

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) realizou em 2018 um minicurso sobre comunicação pública da ciência direcionado aos núcleos de estudo da instituição. O curso abordou a popularização da ciência e a importância do envolvimento do público como membro ativo do processo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 2018). Em 2020, a comunicação pública da ciência foi tema de disciplina de tópicos especiais ofertada no Programa de Pós-Graduação em Administração da UFLA, ministrada pelo professor José Roberto Pereira (UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 2020).

As ações realizadas pelas instituições em prol da comunicação científica são demasiadamente relevantes para estimular o interesse da população pelos assuntos e avanços da ciência, o engajamento cívico em projetos científicos e, especialmente, democratizar o acesso ao conhecimento possibilitando ao cidadão comum participar com mais propriedade do diálogo sobre as ciências.

No que diz respeito ao acervo de publicações sobre comunicação pública da ciência, realizamos a pesquisa na base *Web of Science*, utilizando-se como termos-chave “*public communication of science*” e “*scientific communication*”, no título do artigo, resultando em 767 artigos científicos. A pesquisa aponta que mais de 50% dos artigos foram publicados a partir de 2010. Apenas nos últimos cinco anos (2017-2021) foram publicados 206 artigos. As publicações estão distribuídas nas mais diversas áreas do conhecimento, como ciência da informação, comunicação, ciência da computação, educação, ciência e tecnologia, filosofia, ciências sociais, psicologia, artes, economia, medicina entre outras. A maior parte dos estudos são dos Estados Unidos, Espanha e Brasil.

Os artigos mais relevantes abordam a importância da comunicação científica para o público leigo e a responsabilidade dos cientistas para com a sociedade. No estudo realizado por Lorono-Leturiondo e Davies (2018), intitulado “*Responsibility and science communication: scientists' experiences of and perspectives on public communication activities*”, os pesquisadores apontam que a comunicação científica bem-sucedida produz emocionalmente boas experiências para o público. Descrevem a comunicação científica como uma responsabilidade que os cientistas têm para com a sociedade e que, portanto, deve ser realizada para o bem do público. Os autores enfatizam a própria responsabilidade dos cientistas em

garantir um processo de comunicação científica bem-sucedido (LETURIONDO; DAVIES, 2018).

A importância dos diversos meios de comunicação, incluindo as mídias sociais, para a formação de uma cultura científica voltada para a ação cidadã, também é destacada (MORA; NESTOR, 2019). Os novos meios de comunicação estão impactando a comunicação científica, tanto na forma como os cientistas se comunicam com seus pares quanto na divulgação dos resultados científicos ao público leigo. Como exemplo, Luzón (2013) cita os *blogs* de ciência que fornecem um espaço aberto para a comunicação científica, onde um público diversificado, com diferentes graus de especialização, pode ter acesso a informações científicas destinadas tanto a leitores não especializados quanto a especialistas.

Em decorrência da pandemia da covid-19, as redes sociais são amplamente utilizadas para divulgar informações e esclarecimentos ao público ao mesmo tempo que busca o envolvimento do público leigo com a ciência por meio da comunicação científica. Registra-se mundialmente diversos eventos sobre as ciências que estão sendo realizados remotamente por meio de plataformas *on-line*, levando informações científicas e possibilitando a interação de diversos públicos.

Um exemplo, é o congresso de hematologia realizado pela Sociedade Internacional de Trombose e Hemostasia (ISTH). A ISTH cancelou o congresso presencial planejado para acontecer em Milão, Itália, em julho de 2020. Pela primeira vez, em 51 anos de história, o congresso ISTH foi realizado de forma virtual, com a inscrição gratuita. O evento reuniu um grupo de embaixadores oficiais do *Twitter*, que representou a ampla e diversificada comunidade ISTH. O impacto das mídias sociais no congresso ISTH 2020 foi significativo no sentido de compartilhar as experiências não apenas com a comunidade científica, mas com o público em geral (OTHMAN *et al.*, 2021).

Segundo Brandão (2009), a divulgação da informação por meio das mídias sociais é a visão jornalística da comunicação pública, que deve ser compreendida em sentido mais amplo do que simplesmente fornecer informação, mas deve incluir também possibilidades que viabilizem ao cidadão o pleno conhecimento da informação a que busca, inclusive aquela que não procura por não saber da sua existência. Nesse sentido, a comunicação pública da ciência tanto pode ser observada nas instituições enquanto produção comunicacional, quanto nos meios de comunicação na forma de acesso à informação.

Os meios de comunicação digitais resultantes dos avanços das tecnologias da informação são mecanismos potenciais de atuação da comunicação científica, para divulgar as informações, tornar as ações transparentes, criar mecanismos de diálogo e instrumentos para o

exercício da cidadania (VANZINI, 2015). Tais canais de comunicação e diálogo revelaram um novo perfil de público, mais ativo e disposto a compartilhar e produzir conteúdo. Portanto, as ações de comunicação pública científica devem considerar as características desse novo público, permitindo “aos indivíduos reorientarem a si mesmos, saindo do papel passivo de leitores e ouvintes para o potencial papel de oradores e participantes de uma conversação” (BENKLER, 2006, p. 213).

Iniciativas de comunicação pública da ciência podem influenciar na decisão das pessoas de se dedicarem à pesquisa científica. O estudo realizado na Argentina para avaliar se a comunicação pública da ciência influencia a vocação científica, com 852 pesquisadores de diversas disciplinas, aponta que os fatores que afetam a vocação científica são diversos e que, independentemente das diferenças de gênero, idade ou disciplina, a maior influência na decisão de ingressar na pesquisa científica é exercida pelos professores (STEKOLSCHIK *et al.*, 2010).

A análise também demonstrou que diferentes manifestações da comunicação pública da ciência, tais como livros de ciência, artigos de imprensa, material audiovisual, visitas a museus de ciências, desempenham um papel significativo no despertar da vocação para a ciência (STEKOLSCHIK *et al.*, 2010). Assim, a comunicação pública da ciência além informar e formar cidadãos, exerce uma influência na promoção da vocação científica.

A comunicação pública da ciência é discutida também a partir de diferentes modelos. Lewenstein (2010) apresenta quatro modelos específicos: o de *déficit*, o contextual, o de conhecimento local ou leigo e o de engajamento público.

O modelo de *déficit* é centrado em prover informações sobre a ciência para a sociedade que tem insuficiência em conhecimento sobre ciência e tecnologia. O modelo contextual leva em conta o contexto em que se encontra a comunicação da Ciência e Tecnologia, sendo o cenário social tido como fundamental (LEWENSTEIN, 2010).

O modelo de conhecimento local apresenta características mais próximas de uma participação pública nas pesquisas. É um modelo que busca valorizar o conhecimento local de determinado público, região e/ou contexto econômico/social e conta com o auxílio de cidadãos não cientistas para desenvolver os estudos (LEWENSTEIN, 2010). Podemos considerar a princípio que os projetos desenvolvidos com base nos fundamentos e princípios da ciência cidadã podem, geralmente, ser identificados com esse modelo de comunicação científica.

O último modelo é o de engajamento público, que visa incrementar a participação do público. Lewenstein (2010) explica que as atividades de participação pública são usualmente direcionadas para a democratização do acesso à ciência, porém muitas delas podem ter um caráter bem politizado de retirar o controle da ciência das mãos dos cientistas e políticos e

colocá-lo nas mãos do público, aumentando o empoderamento deste último. O autor cita como atividades que se enquadrariam nesse modelo, as conferências de consensos, júris de cidadãos, avaliações de tecnologias deliberativas, enquetes em áreas de ciência (LEWENSTEIN, 2010).

Os modelos de comunicação pública da ciência pressupõem uma relação de interação entre os cientistas e o público leigo, na qual o processo comunicacional entre ambos é dotado de participação pública e ativa com capacidade para a decisão e não apenas uma simples transmissão de conteúdo.

Dentro do contexto da ciência cidadã, a comunicação científica aproxima o público leigo dos achados científicos, possibilitando o exercício de uma cidadania científica e democrática. Essas ações da ciência cidadã e da comunicação pública da ciência buscam envolver a população, por meio de um diálogo qualificado, possibilitando a participação no processo de tomada de decisão em relação aos problemas locais e na formulação das políticas públicas, como por exemplo, a questão da produção e descarte dos resíduos sólidos urbanos.

2.5 Resíduos Sólidos Urbanos

Os resíduos sólidos, popularmente denominados “lixo”, são descritos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004, p. 1), por meio da Norma Brasileira Registrada (NBR) nº 10.004, como todo material descartado, “nos estados sólido e semissólido, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. A definição da NBR 10.004 inclui “os lodos procedentes de sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água” (ABNT, 2004, p. 1).

A produção de resíduos sólidos vem sendo modificada desde os primórdios da humanidade até os dias atuais, aumentando os impactos ambientais, geralmente negativos. Com a urbanização, ocorreu uma significativa alteração na produção de resíduos, em decorrência dos novos hábitos de vida, aumentando dessa forma, a quantidade e a disposição inadequada dos resíduos.

A partir da Revolução Industrial no século XVIII, com a introdução das fábricas e a produção em massa, a geração de resíduos sólidos alterou consideravelmente. O aumento da produção de mercadorias, distribuição e consumo acarretou o crescimento descontrolado do volume e da diversidade de resíduos gerados principalmente nas áreas urbanas. Antes da Revolução Industrial os resíduos sólidos eram constituídos basicamente por matéria orgânica,

o que facilitava a sua absorção pelo meio ambiente sem maiores prejuízos (ARAÚJO; PIMENTEL, 2016).

Apesar do problema ser antigo, a humanidade começou a se importar com as questões relacionadas ao meio ambiente e resíduos sólidos há apenas poucas décadas. De acordo com Tavares (2008), a preocupação com a problemática dos resíduos sólidos e seu impacto no meio ambiente ganhou força nos anos de 1970, com a Conferência de Estocolmo, onde foram discutidas as primeiras políticas públicas sistematizadas voltadas para a coleta e disposição final dos resíduos sólidos.

Em 1992 ocorreu, no estado do Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – ECO-92. Nessa conferência foram propostas formas adequadas para lidar com os resíduos sólidos, por meio da ação colaborativa dos governos, indústrias e a sociedade civil, com o intuito de minimizar a geração e o uso de produtos descartáveis (TAVARES, 2008).

Mesmo com os avanços em relação à preocupação com a problemática dos resíduos sólidos e suas consequências para o homem e o meio ambiente, o assunto ainda é preocupante atualmente. O consumo de materiais é responsável pelo volume cada vez maior de resíduos sólidos depositados e destinados inadequadamente no meio ambiente. Espera-se que com os diversos estímulos que influenciam e esclarecem a necessidade de um consumo que considere a questão ambiental, os vários tipos de resíduos que são gerados diariamente em todo o planeta tenham um destino adequado e com menor impacto negativo ao meio ambiente.

Segundo o Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (ONU-HABITAT, 2018), cada pessoa gera em torno de 270 quilos de lixo por ano, o que resulta em aproximadamente 2 bilhões de toneladas de resíduos em todo o mundo, sendo que a maior parte sem tratamento adequado. A estimativa feita pelo Banco Mundial é de que no ano de 2050, se nada for feito para diminuir a produção de lixo, o mundo deverá gerar 3,4 bilhões de toneladas de resíduos anualmente, aumentando em 70% o volume atual (WORLD BANK GROUP, 2018).

A revista *Época Negócios* publicou no ano de 2018 uma matéria com as regiões que mais produzem lixo no mundo. O Leste Asiático e Pacífico é a região que mais contribui com a problemática da geração de resíduos sólidos no mundo, produzindo cerca de 468 milhões de toneladas de lixo. A região da Europa e Ásia Central é a segunda maior geradora de lixo, com 392 milhões de toneladas. A América Latina e Caribe produzem em torno de 231 milhões de toneladas (ÉPOCA NEGÓCIOS, 2018).

A situação também é desfavorável no Brasil. O levantamento elaborado pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF) constatou que o Brasil é o 4º país que mais gera lixo no mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e Índia (AGÊNCIA BRASIL, 2019). Apenas no ano de 2018 o Brasil produziu 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos e apenas 72,7 milhões (92% do montante) foram coletadas (ABRELPE, 2019).

Em relação aos aspectos legais, o governo brasileiro instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dada pela Lei nº 12.305/2010, que disponibiliza aos estados e municípios brasileiros instrumentos e diretrizes para auxiliar nos procedimentos de gerenciamento dos resíduos. A Lei abrange objetivos específicos, tais como a busca pela proteção da saúde humana, a sustentabilidade, o tratamento e destinação adequada dos resíduos e dos rejeitos (BRASIL, 2010). Sua finalidade é atenuar os impactos negativos causados pelos resíduos derivados dos meios de produção e do consumo de inúmeros produtos.

O art. 1º, § 1º da Lei 12.305/2010 dispõe que:

Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Assim sendo, a geração de resíduos sólidos é de responsabilidade de toda a sociedade, tanto nos entornos das residências, como dos restaurantes, dos comércios, das igrejas, das escolas, das universidades, dos parques, das praças, dos *shoppings*, às margens dos rios e lagos, dentre outros.

O art. 9º da Lei 12.305/2010 determina a observância da seguinte ordem de prioridade na gestão e tratamento dos resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). Essa prioridade estabelecida na Política Nacional de Resíduos Sólidos é importante porque influencia na economia dos recursos naturais, diminuindo a geração de rejeitos e reaproveitando os resíduos, não será preciso extrair tanta matéria-prima da natureza, o que contribui para a preservação do meio ambiente.

A produção de resíduos sólidos provenientes das atividades industriais, domésticas, comerciais, agrícolas, construção civil, saúde, entre outros, resultantes das pressões de mercado e do aumento da população, se não forem adequadamente descartados, podem provocar sérios danos à saúde, ao meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas. Segundo Andrade e Ferreira (2011), nas cidades em que o lixo é descartado de maneira inadequada a população sofre prejuízos como: poluição atmosférica decorrentes de material particulado, odores e gases

nocivos; poluição hídrica resultante do lançamento direto dos resíduos no ambiente; contaminação e degradação do solo; desvalorização imobiliária das áreas próximas de disposição do lixo; proliferação de mosquitos e animais peçonhentos que geram doenças.

O aumento do volume de resíduos sólidos também gera custos cada vez mais elevados para a coleta e tratamento do lixo além do grande desperdício de matérias-primas. Ainda mais, quando os resíduos sólidos urbanos são depositados de forma incorreta e em locais inapropriados ou ainda quando a coleta de lixo é deficitária pode ocorrer o entupimento de redes de drenagem urbana geralmente responsáveis pelas enchentes (BRASIL, 2005).

Devido ao potencial de risco que os resíduos sólidos têm em degradar o meio ambiente e prejudicar a saúde é necessário dedicar maior atenção quanto ao descarte do lixo. Tavares (2008) esclarece que descarte inadequado é todo resíduo descartado no chão, ruas, lagos, praias, rios, praças, escolas e qualquer outro lugar passivo de ilegalidade.

Segundo Araújo e Pimentel (2016), na maioria das cidades brasileiras os resíduos sólidos urbanos são depositados de forma inadequada, envolvendo pobreza, foco de vetores e desmoronamento devido às moradias com infraestrutura precária que impossibilitam o descarte correto. Soma-se a isso a falta de cidadania das pessoas que não atuam de maneira ativa por não terem o senso de pertencimento à sociedade, e ainda, as queixas ligadas à saúde decorrentes da falta de condições de moradia e acesso a saúde.

Ainda que as empresas de coleta de lixo e/ou as prefeituras atendam quase a totalidade da área urbana, é muito comum encontrar resíduos domésticos dispostos em locais impróprios em vários pontos periféricos das cidades.

É o caso, por exemplo, da cidade de Formiga localizada na região Centro-Oeste do estado de Minas Gerais, onde a produção de resíduos sólidos é elevada. Segundo Tavares, Silveira e Cunha (2015), foram coletados no município 1.038.334 quilos de lixo seco apenas no ano de 2014. Através da Secretaria de Gestão Ambiental, a Prefeitura de Formiga realiza diretamente os serviços de coleta, transporte e destino dos resíduos sólidos urbanos, não recorrendo a terceirização desse serviço. Os resíduos coletados são transportados até o aterro sanitário municipal, localizado a 8 km da sede municipal da cidade (PMSB, 2016). A coleta de lixo é realizada em dias diferentes para lixo úmido e lixo seco. A Secretaria de Gestão Ambiental disponibiliza o serviço de coleta seletiva de lixo semanalmente, em dias específicos e com horário marcado, em todos os bairros de Formiga (PREFEITURA MUNICIPAL DE FORMIGA, 2020).

Apesar dessas medidas, a população de Formiga deposita os resíduos inadequadamente em diversos pontos e bairros da cidade, inclusive nas áreas centrais. É comum encontrar lixo

em locais inapropriados, como por exemplo, nas margens do rio e lotes vagos. Outras vezes o lixo é descartado nas esquinas das ruas em quaisquer dias da semana e horários, não respeitando os dias e horários específicos de coleta (ÚLTIMAS NOTÍCIAS, 2019).

Figura 1 – Lixo descartado ao lado da Câmara Municipal no centro da cidade de Formiga-MG



Fonte: Últimas Notícias (2019)

Figura 2 – Lixo descartado próximo às margens do Rio Formiga, região central da cidade



Fonte: Últimas Notícias (2019)

A cidade de Formiga conta com o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB, 2016), incluindo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, elaborado conforme as exigências previstas pela Lei Federal nº 11.445/2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e pela Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional

de Resíduos Sólidos. O PMSB (2016) destaca a importância de ações de educação/mobilização social relativas ao manejo de resíduos sólidos para o município, pois além de permitir um grau de conscientização da população, também contribui para a formação de uma visão crítica e participativa a respeito do uso do patrimônio ambiental.

Os efeitos imediatos do descarte inadequado dos resíduos sólidos urbanos são sentidos primeiramente em escala local, porém, em longo prazo, os impactos socioambientais são sentidos em escala nacional e mundial. Dessa forma, o tratamento dos resíduos sólidos não deve se ater apenas às práticas gerenciais e muito menos ser assunto restrito a técnicos e engenheiros, mas é imprescindível a participação da sociedade, incluindo a comunidade acadêmico-científica.

No estudo sobre a percepção dos alunos do ensino médio em relação aos resíduos sólidos, realizado no estado do Pará no ano de 2019, Aguiar e colaboradores (2019) declaram ser essencial que no ambiente escolar sejam abordadas questões sobre os resíduos sólidos, visando a conscientização não somente em torno do conceito, mas também sobre os impactos dos resíduos no meio ambiente e na vida das pessoas.

Considerando a importância do papel da escola em formar cidadãos críticos e responsáveis, é pertinente que sejam inseridos na dinâmica dos professores e alunos projetos voltados para a conscientização em relação a produção de resíduos, bem como o tratamento adequado do lixo. Diante da problemática causada pela geração de lixo, trabalhos e conteúdos escolares que envolvam o tema dos resíduos sólidos urbanos são de suma importância nos dias de hoje.

Tais práticas direcionadas para a mudança de comportamento das pessoas com relação ao meio ambiente são cada vez mais necessárias para o desenvolvimento de um modelo sustentável. Considerando que boa parte dos resíduos gerados pelas atividades humanas ainda possui valor comercial, se manejado de maneira adequada, é preciso adotar uma nova postura e começar a ver o lixo como uma matéria-prima com potencial para o desenvolvimento local tanto no aspecto social como econômico.

O tratamento, reaproveitamento e descarte adequados dos resíduos sólidos são ações corretivas e benéficas, que agregam valor aos resíduos, diminuindo os gastos dos recursos naturais, mitigando a poluição, gerando emprego, renda e melhoria da qualidade de vida da população (SILVA *et al.*, 2020).

Outros benefícios que decorrem do tratamento adequado dos resíduos são a redução dos custos com a limpeza urbana e a valorização e aumento do potencial turístico. Uma cidade com menos pontos crônicos de lixo exige menos investimentos com equipes de limpeza, permitindo,

com isso, que parte dos recursos seja utilizada em outras áreas da gestão pública, como a saúde e educação. Além disso, uma cidade mais limpa fortalece o turismo local potencializando o desenvolvimento econômico.

Para alcançar tais benefícios é preciso despertar uma consciência ambiental na população em relação à diminuição dos resíduos gerados. Nesse sentido, o governo deve buscar desenvolver em conjunto com a comunidade local estratégias para melhorar os aspectos sociais da região. De acordo com Azevedo, Scavarda e Caiado (2019), a comunidade local deve reforçar uma postura ativa e desenvolver, juntamente com a indústria e o governo, estratégias para melhorar seus problemas sociais. Os autores ainda ressaltam que a conscientização da população é um importante facilitador do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos que deve ocorrer na comunidade local (AZEVEDO; SCAVARDA; CAIADO, 2019).

Descartar o lixo corretamente é um ato de cidadania e toda a sociedade deve participar ativamente na solução da problemática causada pela produção de lixo tendo como foco a preservação do meio ambiente, para a construção de uma vida saudável melhorando assim a qualidade de vida. A conscientização em relação a produção e descarte dos resíduos formam valores que conduzem a uma convivência harmoniosa com o ambiente. Nesse sentido, as iniciativas de ciência cidadã são oportunidades para o desenvolvimento da cidadania científica e democratização do acesso à ciência (ROCHA, 2019), uma vez que possibilitam a participação do cidadão em atividades formais de pesquisas acadêmicas, propiciando maior engajamento do público com a ciência.

Ao participar de iniciativas de ciência cidadã o indivíduo tem uma experiência de aprendizado por meio da qual colabora formalmente com uma pesquisa cujo resultado pode retornar para ele na forma de melhoria das condições sociais, ambientais ou na elaboração de novas políticas públicas (BUENO, 2019; IRWIN, 2001).

Ações que abordem os resíduos sólidos urbanos fundamentados nos princípios da ciência cidadã contribuem para que as pessoas exerçam cidadania através da participação voluntária nos problemas locais, além de desenvolverem habilidades e formação de atitudes que despertem o senso de consciência e civilidade.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, serão descritos os procedimentos metodológicos utilizados para responder ao problema de pesquisa e alcançar os objetivos propostos. Desta forma, aborda-se

o ambiente e a característica da pesquisa, as técnicas empregadas para a coleta e procedimentos para análise de dados.

3.1 Caracterização da Natureza da Pesquisa

Objetiva-se nesse estudo analisar as possibilidades e potencialidades de alunos e professores do Ensino Médio no município de Formiga atuarem na área de resíduos sólidos com base nos fundamentos da ciência cidadã. Assim, a natureza da presente pesquisa é qualitativa e quantitativa.

A abordagem qualitativa é indicada uma vez que trata da relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito uma vez que essa abordagem permite conhecer e descrever opiniões, pontos de vista, impressões acerca de um tema específico, buscando aprofundá-lo (GODOY, 1995). Para tal, se intenta colher informações acerca das motivações, ideias e atitudes dos envolvidos na pesquisa. A abordagem qualitativa é pertinente por se tratar do estudo de um fenômeno social, explorando-o em profundidade e buscando compreender o conhecimento de alunos e professores acerca da Ciência e Ciência Cidadã (GODOY, 1995).

A abordagem quantitativa utiliza diferentes técnicas estatísticas para quantificar opiniões e informações coletadas. Nessa abordagem, os dados são quantificáveis, com resultados que podem ser contados e expressos em números e proporções (SILVA, LOPES, BRAGA JUNIOR, 2014). Diante da suspensão das aulas face a pandemia, a coleta de dados foi realizada de forma remota por meio de questionários.

A pesquisa é também de natureza aplicada porque buscou produzir conhecimento para aplicação dos resultados, contribuindo para fins práticos, oferecendo aos professores uma proposta didático-pedagógica para ser utilizada ao tratar do conteúdo de resíduos sólidos urbanos (BARROS; LEHFELD, 2000). Segundo Gil (2002), a pesquisa aplicada abrange estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades, podendo contribuir para a ampliação do conhecimento científico e ao mesmo tempo sugerir novas questões a serem investigadas.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória e descritiva. Segundo Gil (2002), a pesquisa qualitativa exploratória busca descobrir ideias e motivações dos sujeitos da pesquisa, na tentativa de adquirir maior familiaridade com o problema estudado. Dessa forma, a pesquisa será exploratória porque analisa um tema que ainda não foi suficientemente abordado, sobretudo no Brasil. O tema da Ciência Cidadã ainda é pouco explorado e são incipientes os estudos nessa área.

A pesquisa também possui caráter descritivo por descrever as características do fenômeno estudado. Segundo Gil (2002, p.42), “as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”.

É propósito da pesquisa descritiva levantar as opiniões, atitudes e crenças de um grupo de pessoas. Além disso, uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática (Gil, 2002). Por essa razão, também, esse estudo pode ser caracterizado como descritivo, pois retrata as opiniões de alunos e professores, tendo como instrumentos para isso o questionário e a entrevista.

Gil (2002) ainda ressalta que as pesquisas descritivas são, juntamente com as exploratórias, as que habitualmente realizam os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática. Sendo pesquisas muito comuns de serem solicitadas por organizações como instituições educacionais, empresas comerciais, partidos políticos etc. (GIL, 2002).

3.2 Contextualização do Ambiente de Pesquisa

A pesquisa foi realizada na cidade de Formiga, situada na região centro-oeste do Estado de Minas Gerais. Fundada em seis de junho de 1858, Formiga é uma cidade brasileira com área territorial de 1.501,915 km², distante aproximadamente 200 km da capital Belo Horizonte. São municípios circunvizinhos de Formiga: Arcos, Camacho, Candeias, Córrego Fundo, Cristais, Guapé, Itapeverica, Pimenta, Pains, Pedra do Indaiá e Santo Antônio do Monte (IBGE, 2020).

Conforme o último censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população de Formiga contava no ano de 2010 com 65.128 habitantes, sendo 59.487 residentes na área urbana e 5.641 residentes na área rural. A densidade demográfica é de 43,36 hab/km² e a população total estimada pelo IBGE para 2020 é de 67.822 habitantes. À população natural de Formiga atribui-se o gentílico formiguense (IBGE, 2020).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) é 0,755, em 2010, o que situa esse município na faixa de desenvolvimento humano alto, numa escala de 0,700 a 0,799. A dimensão que mais contribui para o IDHM de Formiga é longevidade, com índice de 0,874, seguida de renda, com índice de 0,729 e de educação, com índice de 0,676 (PNUD BRASIL, 2020).

Sobre as condições de habitação, o percentual de domicílios com abastecimento de água, com acesso à rede de esgoto sanitário e com coleta de resíduos sólidos alcançou 100% da população formiguense em 2017 (PNUD BRASIL, 2020).

Os serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos urbanos são prestados pela Prefeitura de Formiga por meio da Secretaria de Gestão Ambiental que realiza todo o processo de coleta e disposição final dos resíduos. O lixo recolhido é transportado para o aterro sanitário localizado a 8 km da sede municipal (PMSB, 2016). O serviço de coleta seletiva de lixo é realizado semanalmente, em dias e horários específicos, em todos os bairros da cidade (PREFEITURA MUNICIPAL DE FORMIGA, 2020). O volume de resíduos sólidos produzido no município é de 1.038.334 quilos de lixo no ano de 2014 (TAVARES; SILVEIRA; CUNHA, 2015). Com frequência pode ser observado em várias regiões da cidade lixo descartado incorretamente nos entornos das praças, nas esquinas das ruas, em lotes vagos e às margens do rio.

No que tange à educação, segundo dados divulgados pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), no município de Formiga em 2010, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola foi de 92,98%. No mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental foi de 93,82%; a proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo foi de 74,48%; e a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo foi de 50,95% (PNUD BARSIL, 2020).

O município possui 33 escolas de Ensino Fundamental e 9 escolas de Ensino Médio (IBGE, 2020). Faz parte desse conjunto de estabelecimentos de ensino a Escola Estadual Rodolfo Almeida, selecionada para aplicação da pesquisa.

Esta escola foi escolhida porque, dentre as escolas que ofertam o Ensino Médio no município, a Escola Rodolfo Almeida foi a que aceitou a proposta de trabalho, permitindo que realizássemos a coleta de dados e a aplicação da pesquisa de campo. Registre-se que foram realizados contatos com outras escolas, apresentando o projeto, bem como a contribuição que seria oportunizada para os alunos e professores.

3.2.1 Histórico e Descrição da Escola Rodolfo Almeida

O estudo foi aplicado na Escola Estadual Rodolfo Almeida, criada pelo decreto 3.937 de 01/07/1913, instalada em 14/07/1918 pelo governo de Minas Gerais, funcionando em prédio próprio, área central, na zona urbana do município de Formiga - MG, código do INEP 31115240, SRE – Superintendência Regional de Ensino de Passos – MG.

O Patrono desta escola, Dr. Rodolfo Almeida, nasceu em Formiga em 8 de abril de 1872 e faleceu aos 77 anos em Belo Horizonte. Foi grande colaborador na criação e instalação do

primeiro grupo escolar de Formiga, o qual levou o seu nome como homenagem (CORRÊA, 1995).

A escola oferece à comunidade os níveis de Ensino Fundamental I (5º ano) e II (6º ao 9º ano) e Ensino Médio (1º ao 3º ano), com o total de 31 turmas em 2020. De acordo com o censo escolar de 2018, a unidade de ensino consta com um número total de 1073 alunos matriculados (INEP, 2018).

O quadro administrativo/pedagógico atual da escola é formado de 77 funcionários, sendo:

- . 01 diretor;
- . 02 vice-diretoras;
- . 01 secretária;
- . 07 auxiliares de secretaria;
- . 02 professoras para uso da biblioteca;
- . 03 EEB – Especialista da Educação Básica;
- . 17 auxiliares de serviços escolares;
- . 02 professoras PEB I séries iniciais;
- . 02 professoras PEB I de apoio à educação inclusiva;
- . 40 professores PEB II séries finais e ensino médio.

O corpo docente conta com 26 professores atuantes do Ensino Médio, 28 do Ensino Fundamental e quatro do Ensino Fundamental nos Anos Iniciais do fundamental I.

O marco filosófico é atuar como escola de referência, inovadora em suas propostas e práticas pedagógicas, buscando em consonância com a comunidade escolar promover a educação integral de seus alunos, transformando-os em sujeitos do seu próprio desenvolvimento, conscientes de sua dignidade, enquanto seres-humanos críticos e criativos, além de cidadãos empreendedores, comprometidos, éticos, solidários e aptos a construir uma sociedade que seja antítese da atual, mais justa e igualitária (PROJETO POLÍTICO-PEDAGÓGICO, 2020).

Para isso, a escola oportuniza o desenvolvimento de práticas pedagógicas que promovam a noção de dignidade humana e igualdade de direitos através de novas metodologias, adaptação de materiais pedagógicos, assistência individualizada, incentivando e motivando as habilidades e competências já desenvolvidas, respeitando as diferenças e exercendo a equidade e promovendo noções de cidadania. Ela desenvolve práticas pedagógicas, como feira cultural, desfile cívico, hora social, palestras, atividades que promovem o convívio em sala de aula, estabelecendo regras, seguindo preceitos básicos ao fortalecimento da cidadania e educação.

O desenvolvimento de práticas pedagógicas que promovam valores de solidariedade, respeito mútuo entre outros, através de campanhas de agasalho, alimento, visitas ao asilo, APAE, abrigo de menores e outras instituições, são desenvolvidas pela comunidade escolar.

No âmbito da educação ambiental, a escola Rodolfo Almeida desenvolve atividades que permitem aos estudantes a tomada de consciência de sua realidade global, das relações que os homens estabelecem entre si e com a natureza e como elas impactam na aprendizagem. Para potencializar ações de preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável com a comunidade, a escola tem desenvolvido ações como cuidado com a praça próxima à escola e com o pátio interno, coleta seletiva na escola para redução da produção de lixo e visita ao aterro sanitário.

Essas práticas e conteúdos pedagógicos são trabalhadas pela escola de forma interdisciplinar, e conforme as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), nas diferentes áreas do conhecimento e componentes curriculares.

Por exemplo, na área de conhecimento em Ciência da Natureza, nos anos finais do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano), são abordados temas importantes como a sustentabilidade socioambiental, o ambiente, a saúde e a tecnologia.

O conteúdo didático programado para o componente de Sociologia no Ensino Médio inclui os temas da sustentabilidade, sociedade e meio ambiente, e o exercício da cidadania (SILVA *et al.*, 2016). No componente curricular de Química são abordados os conteúdos sobre o lixo urbano, coleta seletiva do lixo doméstico, produção de lixo e mudanças no padrão de consumo (MORTIMER; MACHADO, 2016).

Esses conteúdos didáticos lecionados no Ensino Médio propiciam trabalhar os temas da ciência cidadã e descarte de resíduos sólidos propostos nessa dissertação.

O quadro 2 apresenta a matriz curricular com as áreas do conhecimento e os componentes curriculares dos três anos do Ensino Médio.

Quadro 2 – Matriz curricular do Ensino Médio

Matriz Curricular Ensino Médio				
Áreas do conhecimento	Componentes curriculares	1º Ano	2º Ano	3º Ano
		Nº de aulas semanais	Nº de aulas semanais	Nº de aulas semanais
Linguagens	Língua Portuguesa	4	4	4
	Língua Inglesa	2	2	2
	Arte	1	1	1
	Educação Física	2	2	2
Matemática	Matemática	4	4	4
Ciências da Natureza	Física	2	2	2
	Química	2	2	2
	Biologia	2	2	2
Ciências Humanas	Geografia	2	2	2
	História	2	2	2
	Sociologia	2	-	1
	Filosofia	-	2	1
Carga de aulas total por semana		25	25	25
Duração da aula: 50 minutos				

Fonte: Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (2019)

A Escola Estadual Rodolfo Almeida possui na modalidade do Ensino Médio seis turmas de primeiros anos, cinco turmas de segundos anos e quatro turmas de terceiros anos, conforme a tabela 1 apresenta.

Tabela 1 – Distribuição de turmas do Ensino Médio da E.E.R.A.

Turmas	Quantidade de alunos
1º Ano A	33
1º Ano B	36
1º Ano C	33
1º Ano D	32
1º Ano E	34
1º Ano F	32
2º Ano A	31
2º Ano B	39
2º Ano C	39
2º Ano D	34
2º Ano E	21
3º Ano A	36
3º Ano B	40
3º Ano C	40
3º Ano D	39

Fonte: elaborado pelas autoras (2020)

3.3 Caracterização da Amostra

Os sujeitos da presente pesquisa são alunos e professores da turma do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Rodolfo Almeida. Esta turma foi selecionada porque os alunos do terceiro ano estudaram anteriormente, no primeiro ano do curso, o tema dos resíduos sólidos na disciplina de Química, e no terceiro ano o componente de Sociologia aborda temas relacionados à participação social e cidadania, conteúdos que contribuem para a assimilação dos alunos sobre o conceito de ciência e ciência cidadã.

Todos os alunos e professores da turma selecionada do 3º ano responderam aos questionários. A turma é composta por 36 alunos na faixa etária dos 17 aos 18 anos, sendo 25 do sexo feminino e 11 do sexo masculino, e residem nos diversos bairros da cidade. Assim, o número de alunos é de 36 e o número de professores de 12.

O corpo docente que ministra os componentes curriculares neste período é composto por doze professores, dez mulheres e dois homens, com idade entre 28 e 57 anos. Mais de 75% desses docentes atuam no magistério há cerca de vinte anos, sendo que o tempo médio de permanência na escola Rodolfo Almeida é de dez anos.

Os professores participantes da pesquisa lecionam as disciplinas de Biologia, Química, Física, Matemática, Língua Portuguesa, Sociologia, Filosofia, Arte, Ensino Religioso, História, Língua Inglesa e Geografia.

3.4 Instrumentos de Pesquisa e Coleta de Dados

As informações coletadas versam sobre o conhecimento dos alunos e professores acerca do tema Ciência, Ciência Cidadã e Resíduos Sólidos. Essas referências propiciaram a elaboração da proposta didático-pedagógica que poderá ser utilizada futuramente em material didático, bem como a atuação na área ambiental em relação aos resíduos sólidos urbanos.

As técnicas utilizadas para coletar os dados foram o questionário e a entrevista com os discentes e docentes. Os questionários para os alunos e professores são apresentados nos Apêndices C e D e o roteiro de questões da entrevista é apresentado no Apêndice E.

O questionário, segundo Gil (1999, p. 128), pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.”.

Devido a escola atuar até dezembro de 2021 em ensino remoto, por conta da pandemia desencadeada pelo coronavírus (Covid-19), a coleta de dados e a aplicação da pesquisa foram realizados por meios virtuais como *google meet* e *google forms*.

Inicialmente foi aplicado um questionário aos 36 alunos da turma do 3º ano e aos doze professores que ministram as disciplinas de Biologia, Química, Física, Matemática, Língua Portuguesa, Sociologia, Filosofia, Arte, Ensino Religioso, História, Língua Inglesa e Geografia. A supervisora da escola também participou respondendo o questionário. Os questionários foram respondidos via *link* do *google forms* no período entre 03/08/2021 e 17/08/2021.

Após a aplicação dos questionários foram selecionados três alunos para serem entrevistados, buscando-se apreender as percepções subjetivas dos participantes sobre os temas abordados.

A entrevista é uma técnica de pesquisa que auxilia no entendimento e compreensão dos significados que os entrevistados atribuem a questões e situações relacionadas quanto ao entendimento sobre ciência e ciência Cidadã. Outro aspecto da entrevista é que ela pode oferecer perspectivas diferentes sobre o assunto abordado por meio dos relatos de cada entrevistado (ROSA; ARNOLDI, 2008).

O procedimento de escolha dos entrevistados foram os elementos de identificação do questionário – idade, gênero e bairro em que o participante reside. Inicialmente foi selecionado o bairro com a maior frequência de respostas. O bairro com o maior número de questionários respondidos é o bairro Alvorada situado próximo à região central da cidade. Cinco participantes residem no bairro Alvorada. Desses cinco alunos, foram selecionadas para a entrevista a aluna mais jovem com 17 anos e a aluna mais velha com 18 anos. Além das duas alunas, foi selecionado um participante do gênero masculino, com idade de 17 anos, que reside no bairro Jardim Primavera que se localiza próximo à região periférica da cidade.

As entrevistas foram realizadas de forma *on-line* nos dias 20 e 21 de agosto de 2021, sendo gravadas com a permissão dos participantes e, posteriormente, foram transcritas.

Na sequência, foi ministrada uma aula para os alunos do 3º ano que participaram da coleta de dados, sobre ciência cidadã e resíduos sólidos urbanos. A aula foi realizada por meio do *google meet*, no dia 31/08/2021, com duração de 50 minutos. Os propósitos da aula foram: 1) Esclarecer o conceito, os princípios, as vantagens e os objetivos da ciência cidadã; 2) Apresentar exemplos de projetos de ciência cidadã e discorrer sobre a participação dos voluntários; 3) Ressaltar a importância da implementação de projetos de ciência cidadã nas escolas sobretudo na área de resíduos sólidos; 4) Esclarecer o que são resíduos sólidos urbanos e como a problemática do lixo acarreta consequências negativas para a sociedade e o meio ambiente; 5) Expor a implantação de um projeto educacional sobre RSU, na perspectiva da ciência cidadã, e abordar as vantagens na redução dos males causados pelo excesso de produção de lixo, bem como seu descarte inadequado.

O método escolhido para orientar o aprendizado dos alunos foi a aula expositiva, utilizando como recursos didáticos o computador, rede *wi fi* e *slides no power point*. Numa linguagem didática e compreensível para os adolescentes foi explicado a abordagem da ciência cidadã, os dez princípios estabelecidos pela *European Citizen Science Association*, os objetivos científicos e educacionais e as vantagens dos projetos de ciência cidadã.

Os diversos exemplos de projetos de ciência cidadã apresentados para os alunos propiciaram para a compreensão da dinâmica da abordagem e elucidou a forma que leigos podem participar e contribuir.

Ao abordar o tema da problemática da produção de lixo e o descarte irregular dos resíduos no meio ambiente foi ressaltado as práticas inadequadas adotadas pela população de Formiga e a necessidade de aplicar métodos e ferramentas para auxiliar a conscientização e educação ambiental da população. Um projeto educacional de resíduos sólidos na perspectiva da ciência cidadã foi sugerido como instrumento para a educação ambiental, pontuando como os alunos poderiam participar ressaltando os benefícios para a população formiguense e para alunos e professores.

Ao final da aula os alunos tiveram a oportunidade de fazer perguntas e considerações. Nenhum dos alunos manifestou dúvidas. De forma geral, os alunos fizeram considerações sobre os problemas do descarte incorreto do lixo e consideraram muito interessante as iniciativas de ciência cidadã. Os educandos gostaram da aula e demonstraram interesse em participar de projetos de ciência cidadã.

A aula transcorreu conforme o planejado dentro das possibilidades e limitações do ensino a distância no contexto da pandemia da covid-19. Os objetivos propostos foram alcançados e a participação dos alunos foi satisfatória. Salientamos que nem todos os alunos da turma participaram da aula, pois com o ensino remoto alguns alunos estavam trabalhando ou não tinham acesso à internet.

O próximo passo da pesquisa seria levar os alunos ao entorno da escola e/ou de praças próximas à escola para coletar os resíduos sólidos e efetuar a pesagem. Nessa dinâmica os alunos teriam a oportunidade de atuarem como voluntários em um projeto fundamentado na ciência cidadã. No entanto, nesse momento as aulas permaneciam à distância, não sendo possível levar os alunos ao local para coletar o lixo, devido aos protocolos de segurança sanitária para conter a transmissão do coronavírus. Porém foram informados em como aplicar essa etapa em um projeto de ciência cidadã.

Para identificar informações factuais foi utilizada a pesquisa documental por meio da análise do Projeto Político Pedagógico da escola e da Base Nacional Comum Curricular. A

pesquisa documental é uma técnica de coleta de dados que busca, por meio da interpretação de dados e informações, compreender uma realidade ou fenômeno. Essa técnica é útil na pesquisa qualitativa, tendo como finalidade complementar informações obtidas por outras técnicas e/ou buscar aspectos novos de um tema ou problema (HELDER, 2006).

3.5 Procedimentos para a Análise de Resultados

Os dados coletados nas entrevistas e questionários foram analisados por meio da análise de conteúdo que, segundo Bardin (2011, p. 48), consiste em:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Essa técnica é adequada nessa pesquisa por possibilitar o entendimento adequado do fenômeno social estudado. Assim, analisando o conteúdo das entrevistas foi possível verificar ideias e percepções subjetivas dos professores e alunos sobre ciência, ciência cidadã e RSU.

Para nortear a análise do conteúdo das entrevistas e as informações coletadas nos questionários utilizou-se a grade de categorias teóricas descrita no quadro 3.

Quadro 3 – Categorias teóricas

Categoria		Conceito norteador
Ciência	Pensamento Indutivo	Refere-se a geração do conhecimento restrita principalmente à experimentação, ou seja, a ciência é um conhecimento comprovado proveniente de rigorosas observações e experimentos. A ciência é fundamentada nos aspectos tangíveis, não havendo espaço para opiniões subjetivas e suposições especulativas. O progresso da ciência é cumulativo (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002; CHALMERS, 1993).
	Pensamento Dedutivo	Refere-se a geração de conhecimento que parte de leis gerais deduzindo suas consequências (POPPER, 2007; KUHN, 1978; LAKATOS, 1999; FEYERABEND, 2007).
	Falsificacionismo	Implica que a observação nunca pode provar positivamente que uma teoria científica é verdadeira, pois uma única experiência falha, ou falsa, derruba a generalidade da teoria (POPPER, 2007).
	Transformação do senso comum em conhecimento científico	Significa que a ciência é produzida pela comunidade científica em um entrelaçamento dos contextos das vivências e experiências do mundo. Infere que todo conhecimento visa constituir-se num novo senso comum, ou seja, num conhecimento popular prático, adquirido pela observação e pela repetição (SANTOS, 2008).
Ciência Cidadã	Abordagem científica	Refere-se à ciência cidadã como abordagem da ciência utilizada no levantamento de grandes conjuntos de dados e que possibilita a mobilização de pessoas que não pertencem ao mundo acadêmico para auxiliar nas observações e classificações (IRWIN, 1995; BONNEY, 1966; IRKULLENBERG; KASPEROWSKI, 2016).

	Democratização do acesso à ciência	Refere-se à ciência cidadã como forma de democratizar o acesso à ciência, estimulando e ajudando as comunidades na formulação das políticas públicas (BROEDER et al., 2016; GUERRINI <i>et al.</i> , 2018; FAN; CHEN, 2019; STRASSER <i>et al.</i> , 2019).
	Exercício da cidadania	Refere-se a uma visão ampliada da ciência que promove o exercício da cidadania. Trata-se do direito do cidadão à participação no processo de produção do conhecimento (IRWIN, 1995).
	Divulgação científica	Processo de comunicação para o público amplo e não profissional de instrumentos e resultados conseguidos via abordagem científica (BONNEY <i>et al.</i> , 2009).
	Participação	Ato de envolvimento ativo em um projeto científico (BONNEY <i>et al.</i> , 2009).
	Letramento científico, ou Literacia.	Capacidade de interlocução entre profissionais e não profissionais da ciência. Habilidade para utilizar conceitos científicos (BONNEY <i>et al.</i> , 2009).
Resíduos Sólidos Urbanos	Conceito	Refere-se a todo material descartado, nos estados sólido e semissólido, resultantes de atividades humanas em sociedade (ABNT, 2004).
	Impactos à saúde e ao meio ambiente	Refere-se às consequências do lixo produzido e de seu descarte. Quando incorretamente tratado os impactos são negativos (ANDRADE; FERREIRA, 2011; BRASIL, 2005; TAVARES, 2008).
	Qualidade de vida	Refere-se ao conjunto de condições que contribuem para o bem-estar físico e psicológico dos indivíduos em sociedade (SILVA <i>et al.</i> , 2020).
	Sustentabilidade ambiental	Refere-se a busca pelo equilíbrio durável entre o suprimento das necessidades humanas e a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, não comprometendo as próximas gerações (BRASIL, 2010).
	Consciência ambiental	Refere-se a identificação e reconhecimento dos valores associados a sustentabilidade (AZEVEDO; SCAVARDA; CAIADO, 2019).

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020)

Com o intuito de refinar a análise dos dados as categorias foram desmembradas em subcategorias. Todas as categorias foram estabelecidas com base no referencial teórico utilizado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa, elucidando o entendimento que os alunos e docentes têm sobre ciência, ciência cidadã e resíduos sólidos urbanos, a partir das respostas coletadas nos questionários aplicados e dos discursos dos entrevistados, considerando as categorias teóricas.

4.1 Compreensão dos entrevistados acerca da Ciência e conceitos científicos

A primeira categoria a ser analisada é Ciência. Para aprimorar a análise, essa categoria foi dividida em pensamento indutivo, pensamento dedutivo, falsificacionismo e transformação do senso comum em conhecimento científico.

Com relação ao conceito de Ciência e estudo científico, constatou-se que a maioria dos alunos não possui uma compreensão clara a respeito dos termos. Os resultados demonstram que 44,4% dos alunos possuem uma noção geral do significado de Ciência e 11,1% possuem pouca compreensão a respeito. Apenas um terço da turma afirma compreender de forma clara o que é um estudo científico.

A insuficiente ou diminuta compreensão dos alunos com respeito ao significado de Ciência é evidenciada nos seguintes discursos dos entrevistados:

Ciência é, no meu ponto de vista, tudo aquilo que nos envolve; tipo, tudo tem ciência, desde o que eu estou respirando; se eu estou falando é uma ciência, é o que estou usando... tudo é ciência, só que cada uma na sua área, porque a ciência é dividida em várias partes (ESTUDANTE 1).

Na minha opinião [Ciência] é o estudo de tudo relacionado ao ambiente, às pessoas; o estudo do planeta; estudo de materiais; de conhecimento mesmo. A ciência é o estudo para se ter conhecimento da vida, de alguma coisa específica (ESTUDANTE 2).

Ciência para mim é uma matéria que estuda várias coisas, os antepassados os seres vivos (ESTUDANTE 3).

Nos relatos acima é possível notar que existem alunos cursando o Ensino Médio que não compreendem que Ciência é o conjunto de conhecimentos adquiridos metodicamente por meio de observações, experimentos e pesquisas, produzidos de forma sistemática e racional (LAKATOS; MARCONI, 2008).

Apesar dos alunos não referirem que a ciência é construída com base em pesquisas metodologicamente fundamentadas, de forma geral, há uma compreensão da abrangência da ciência. Os depoimentos evidenciam que os entrevistados possuem o conhecimento do senso comum sobre ciência, baseado em suas experiências cotidianas.

O senso comum é o conhecimento vulgar e prático produzido com base nas experiências acumuladas das sociedades humanas, que orienta nossas ações no cotidiano e lhes dá sentido (SANTOS, 1989). Em vista disso, as ideias e concepções dos alunos sobre ciência são baseadas na experiência, na observação e aprendizado diante dos fenômenos cotidianos.

Da mesma forma, o senso comum está presente nos discursos dos entrevistados quando mencionam o significado de termos relacionados à Ciência, tais como, experimento científico e cientista. Apesar da dificuldade verbal dos estudantes para expressar a definição de

experimento científico, eles ressaltam que se trata de coisas novas, descoberta e teste, o que está relacionado com o uso de experimentos no ensino de ciências. Os relatos a seguir apresentam a compreensão que os alunos possuem acerca do que é um experimento científico:

O experimento científico é quando você faz experimentos de coisas novas que envolve química; é uma nova descoberta, no caso eu acho; fico sem saber o que responder. No meu ponto de vista eu sei o que que é, mas não sei descrever, falar o que é (ESTUDANTE 1).

Não sei expressar bem o que é experimento científico. Acho que é um teste para ter uma base de alguma experiência (ESTUDANTE 2).

Os participantes descrevem o cientista como “*uma pessoa capacitada para estudar a ciência; alguém que estuda sobre ciência*” (ESTUDANTE 2). Cientista é “*quem faz os experimentos científicos. É uma pessoa estudada, que é especializada em uma determinada área onde ele estuda e faz experimentos científicos*” (ESTUDANTE 1). Para outro entrevistado, um cientista “*é um profissional que procura desenvolver vários experimentos científicos*” (ESTUDANTE 3).

Percebe-se que, nos discursos dos alunos o que fica ausente para um conhecimento científico é a relação clara e necessária com o método científico. Por exemplo, os alunos não definem o cientista como alguém que exerce uma atividade sistemática para obter determinado conhecimento. Eles entendem que o cientista é um pesquisador, um profissional especializado em ciências, mas não destacam ou mencionam nenhuma informação a respeito dos procedimentos metodológicos necessários para atingir o conhecimento.

De acordo com Trujillo Ferrari (1974), o método científico é um traço característico da ciência, constituindo-se em instrumento básico que ordena inicialmente o pensamento em sistemas e demarca os procedimentos do cientista ao longo do caminho até atingir o objetivo científico preestabelecido.

Corroborando, Fachin (2005, p. 30) afirma que “sem método seria incompreensível falar de ciência, porque não poderia ser colocado em evidência o conjunto de etapas operacionais ocorrido na manipulação para alcançar determinado objetivo científico”.

Lakatos e Marconi (2008) afirmam que a utilização de métodos científicos não é exclusividade da ciência, sendo possível usá-los para resolução de problemas do cotidiano. Os autores ressaltam que, por outro lado, não há ciência sem o emprego de métodos científicos (LAKATOS; MARCONI, 2008).

Ainda que os alunos não consigam relacionar de forma clara a ciência com o método científico, eles manifestam o conhecimento do senso comum acerca de ciência, experimento científico e cientista.

Os depoimentos dos alunos revelam que eles compreendem que o conhecimento científico auxilia na resolução de problemas de ordem prática, possibilitando avanços nas mais diversas áreas. Entendem que a ciência possibilita melhoria na educação e na qualidade de vida das pessoas, pois através da ciência muitas doenças foram eliminadas e vários avanços tecnológicos foram alcançados.

Todos os entrevistados concordam que a Ciência é útil para a solução de problemas da vida diária sobretudo na área da saúde, no combate às doenças e desenvolvimento de vacinas. Como exemplo dessa utilidade os alunos citam a vacina contra a covid-19, como comprova o seguinte relato: *“Eu acho que a ciência é útil para solucionar problemas tipo a vacina do coronavírus, desenvolver vacinas, coisas para facilitar a vida do ser humano. Acho que é tudo isso, as descobertas, novas tecnologias, é tudo uma coisa que ajuda a gente”* (ESTUDANTE 2).

Apesar da ciência não possuir uma única metodologia de pesquisa, é comum identificar como método duas concepções: a indutiva (parte das observações para a construção de uma teoria) e a dedutiva (parte da teoria para a sua verificação).

Com relação à corrente do pensamento indutivo, cerca de 50% dos docentes e discentes concordam, parcial ou totalmente, que a produção do conhecimento é restrita principalmente à experimentação e que os estudos científicos devem ser realizados apenas em laboratórios. A maioria dos professores assumem que a Ciência é um conhecimento comprovado proveniente de rigorosas observações e experimentos. Em contrapartida, 83% dos alunos acreditam que a formulação científica pode conter opiniões subjetivas e especulativas.

O método indutivo pressupõe que somente através da observação sistemática é que se torna possível adquirir novo conhecimento. Nessa concepção, a generalização não deve ser buscada a priori, e sim constatada a partir da observação de casos concretos confirmadores dessa realidade (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002). A indução parte do particular para o geral, sendo as constatações particulares que levam às leis gerais.

Nesse raciocínio, a ciência é objetiva e o conhecimento científico é confiável porque é conhecimento provado, derivado dos dados obtidos de rigorosas observações. Sendo assim, na ciência não há espaço para opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas (CHALMERS, 1993).

Entretanto, estudiosos como Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend consideram essa abordagem insuficiente e limitada porque através de um levantamento particular, encontram-se determinadas conclusões prováveis que não passam de suposições.

O artigo intitulado Conhecimento e subjetividade nas Ciências Humanas e Sociais, publicado pelos professores da Universidade Federal de Pernambuco, expõe sobre o lugar e o papel da subjetividade na construção do conhecimento (OLIVEIRA; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2012). Segundo os autores, “a questão da subjetividade torna-se fundamental na medida em que ela conduz a problemática da construção do conhecimento científico para o campo da interpretação”, ou seja, o ato de conhecer, pensar e interpretar é feito por um sujeito cognoscente que faz uso de elementos teóricos, culturais e simbólicos ao pesquisar, por exemplo, fenômenos sociais, atitudes, compreensões e comportamentos humanos (OLIVEIRA; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2012, p. 162).

Esses argumentos corroboram a compreensão dos alunos de que a formulação científica pode conter opiniões subjetivas, sobretudo nas Ciências Humanas e Sociais. Isso não significa que opiniões subjetivas e especulações são suficientes para contrapor uma informação cientificamente comprovada. Ao contrário, é de fundamental importância ensinar aos alunos o percurso descrito pelo pensamento científico, apontando como trabalham os pesquisadores. Os alunos precisam ser capazes de construir o próprio conhecimento, formular questões e tentar respondê-las, criando suposições que podem ser verdadeiras ou falsas.

Sobre a concepção do pensamento dedutivo, os resultados da pesquisa indicam que a maioria dos alunos e dos professores entendem que a formulação do conhecimento científico está atrelada ao processo de análise de informações que nos permite apontar a dedução como caminho para encontrar o resultado (POPPER, 2007; KUHN, 1978; LAKATOS, 1999).

Aproximadamente 83% dos alunos e 69% dos professores concordam, parcialmente ou totalmente, que o conhecimento científico parte de premissas gerais e através do raciocínio lógico, chega a conclusões válidas.

O raciocínio dedutivo “consiste em tirar uma verdade particular de uma verdade geral na qual ela está implícita” (GALLIANO, 1979, p. 39), sendo muito útil nas ciências como a Matemática e a Física, cujos princípios podem ser enunciados como leis. No entanto, a aplicação do método dedutivo é mais restrita nas ciências sociais, devido à dificuldade para se obter argumentos gerais, cuja veracidade não possa ser colocada em dúvida (RODRIGUES; FERRONATO, 2010).

Quanto à perspectiva falsificacionista, apenas 33,3% dos professores concordam parcialmente que uma única experiência científica cujos resultados indicam hipóteses não comprovadas (falsas) invalida a generalidade de uma teoria científica. Mais de 60% dos docentes acreditam, mesmo que em parte, que a observação pode comprovar positivamente que

uma teoria científica é verdadeira, o que está em divergência com os princípios da teoria do Falsificacionismo (POPPER, 2007).

Os alunos, de forma geral, assumem que os cientistas devem testar as teorias e experimentos para verificar a veracidade e/ou falsidade. Percebe-se que, para os alunos a Ciência não se baseia na indução e que a elaboração do saber científico deve levar em consideração a possibilidade de se provar que uma teoria científica é falsa e pode ser substituível por outra.

Frequentemente pensamos que a ciência trabalha provando verdades sobre o mundo imaginando que a teoria científica que temos em mãos é aquela que podemos provar de forma definitiva. Mas, de acordo com o pensamento falsificacionista o que caracteriza uma teoria científica não é a possibilidade de ela ser provada como verdadeira, mas como falsa (POPPER, 2007).

Segundo Chalmers (1993), o falsificacionista vê a ciência como um conjunto de hipóteses que descrevem ou explicam de maneira acurada o comportamento de algum aspecto do mundo e do objeto. Porém, o autor reforça que para que uma hipótese seja considerada científica, ela deve ser falsificável.

Longo (2016) esclarece que não é porque concluímos a partir de experiências passadas que podemos supor que os resultados advindos dessas experiências serão exatamente os mesmos no futuro. Essa é uma limitação do indutivismo, utilizar a experimentação como critério de verificação. Portanto, independente de quantas vezes uma teoria se confirme, essa confirmação não é garantia de que a teoria sempre se confirmará.

A respeito da transformação do senso comum em conhecimento científico, aproximadamente 70% dos alunos e docentes concordam, totalmente ou em parte, que o conhecimento de senso comum pode ser transformado em conhecimento científico. Entendem que a Ciência é produzida pela comunidade científica em um entrelaçamento dos contextos das vivências, se tratando de um conhecimento comum a todos.

Segundo Silva *et al.* (2016, p. 19), “o conhecimento pode ser definido como toda compreensão e prática adquiridas, cuja memória e transmissão permitem lidar com as tarefas do dia a dia”, sendo esta uma forma de apreensão da realidade. Ao procederem de acordo com sua experiência de vida, as pessoas estão expressando uma forma de conhecimento do mundo. Da mesma forma, quando o cientista faz uma descoberta e comunica os achados de sua pesquisa, ele está apresentando um tipo de conhecimento sobre a realidade.

Existem modos diferentes de produzir o conhecimento. Por exemplo, o conhecimento pode ser obtido através de experiências em laboratórios que utilizam critérios sistemáticos de

investigação e verificação, mas também pode ser oriundo do senso comum (SILVA *et al.*, 2016). O conhecimento do senso comum é um conhecimento empírico, baseado na prática e na experiência da vida social.

Um exemplo de conhecimento do senso comum são as práticas relacionadas ao uso popular de diversas plantas empregadas como alternativa ao uso de medicamentos industrializados. Santos, Oliveira e Oliveira (2018, p. 98) afirmam que “o senso comum serve como base para o tratamento e cura de diversas condições adversas à saúde da população”.

As autoras realizaram um estudo comparativo entre o conhecimento científico e o senso comum com relação ao uso e eficácia da erva-cidreira, planta cientificamente denominada *Lippia alba*. A comparação feita pelas pesquisadoras entre as crenças populares e o conhecimento científico quanto aos reais efeitos da erva-cidreira, diante dos problemas de saúde que atingem a população, demonstrou que essa planta apresenta efeito calmante, além de ser um importante instrumento no controle da pressão arterial. Entretanto, o uso da *Lippia alba* contra hipertensão ainda não foi confirmado pela farmacologia experimental (SANTOS; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2018).

O estudo indica que a erva-cidreira foi citada como uso popular para o tratamento da gripe, resfriados, bronquite e sífilis. O chá das folhas da erva-cidreira é utilizado pelo senso comum como sudorífico e para problemas menstruais e de estômago. Alguns testes farmacológicos realizados a partir das folhas da erva-cidreira comprovaram algumas de suas propriedades atribuídas, como a ação analgésica, espasmolítica, antibacteriana, anti-inflamatória, antiviral e sedativa (SANTOS, OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2018).

Santos, Oliveira e Oliveira (2018) concluem que, diante dos achados e da crença popular quanto o uso e eficácia da erva-cidreira no tratamento de diversos problemas de saúde, o estudo e observação das plantas medicinais utilizadas pelo senso comum torna-se uma importante ferramenta para o desenvolvimento de novos fármacos através da descoberta de novos princípios ativos.

Alguns teóricos consideram a ciência e o senso comum como formas complementares de conhecimento. De acordo com Santos (1989), a oposição entre ciência e senso comum se justificou nos séculos XVIII e XIX, sobretudo nas Ciências Naturais, para promover a ciência como o principal meio de conhecimento do mundo. Mas, na atualidade deve haver uma aproximação entre ciência e senso comum, de forma que este se torne menos supersticioso e restrito à tradição. Dessa forma, a ciência ficaria mais acessível e inteligível ao público geral, mediante o surgimento de novos veículos de divulgação científica e universalização da educação (SANTOS, 1989).

A ideia de que ciência e senso comum são complementares também é vista na obra do educador Paulo Freire (2011). Segundo Freire (2011), não há produção de conhecimento sem que haja conexão entre o sujeito que o produz e sua realidade social. Sendo assim, o conhecimento acontece com base no modo como as pessoas entendem o mundo em seu cotidiano e na valorização do saber popular.

Essa perspectiva implica a necessidade de ampliar a produção do conhecimento de forma a torná-lo popular. Para tanto, é imprescindível engajar o público geral com a ciência, envolvendo-o em pesquisas científicas, além de promover práticas para a difusão e socialização do conhecimento. Nesse sentido, entendemos que a elaboração do conhecimento científico pode contar com a contribuição e colaboração de pessoas leigas, não cientistas.

Considerando isso, a ciência cidadã pode ser utilizada como abordagem para envolver pessoas leigas com o fazer científico, bem como ser instrumento para comunicar e divulgar a ciência.

Os quadros 4 e 5 apresentam a síntese das respostas dos discentes e docentes relativas às questões da categoria Ciência.

Quadro 4 – Resultados das respostas dos alunos: questões da categoria Ciência

Questão 1 - Quando você ouve ou lê o termo “Ciência”, você tem:				
uma compreensão clara do significado 44,40%	uma noção geral do significado 44,40%		pouca compreensão do significado 11,10%	
Questão 2 - Quando você ouve ou lê o termo “Estudo científico”, você tem:				
uma compreensão clara do significado 33,30%	uma noção geral do significado 47,20%		pouca compreensão do significado 19,40%	
Questão 3 - Os estudos científicos devem ser realizados apenas em laboratórios.				
Discordo totalmente 11,10%	Discordo parcialmente 33,30%	Concordo parcialmente 27,80%	Concordo totalmente 19,40%	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 4 - A formulação científica pode conter opiniões subjetivas e suposições especulativas.				
Discordo totalmente 5,6%	Discordo parcialmente 5,6%	Concordo parcialmente 52,8%	Concordo totalmente 30,6%	Incerto/nenhum comentário 5,6%
Questão 5 - O conhecimento científico parte de premissas gerais e através do raciocínio lógico, chega a conclusões válidas.				
Discordo totalmente 2,8%	Discordo parcialmente 8,3%	Concordo parcialmente 47,2%	Concordo totalmente 36,1%	Incerto/nenhum comentário 5,6%
Questão 6 - Os cientistas devem testar as teorias e experimentos para verificar a veracidade/falsidade.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente 2,8%	Concordo parcialmente 16,7%	Concordo totalmente 77,8%	Incerto/nenhum comentário 2,8%

Questão 7 - O conhecimento de senso comum pode ser transformado em conhecimento científico.				
Discordo totalmente 5,6%	Discordo parcialmente 16,7%	Concordo parcialmente 63,9%	Concordo totalmente 5,6%	Incerto/nenhum comentário 8,3%

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

Quadro 5 – Resultados das respostas dos professores: questões da categoria Ciência

Questão 1 - A produção do conhecimento científico é restrita à experimentação.				
Discordo totalmente 25%	Discordo parcialmente 16,7%	Concordo parcialmente 33,3%	Concordo totalmente 16,7%	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 2 - A Ciência é um conhecimento comprovado proveniente de rigorosas observações e experimentos.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente 16,7%	Concordo parcialmente 25%	Concordo totalmente 58,3%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 3 - O conhecimento científico parte de premissas gerais e através do raciocínio lógico, chega a conclusões válidas.				
Discordo totalmente 16,7%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 41,7%	Concordo totalmente 33,3%	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 4 - A observação pode comprovar a veracidade de uma teoria científica.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente 16,7%	Concordo parcialmente 41,7%	Concordo totalmente 25%	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 5 - Uma única experiência científica cujos resultados indicam hipóteses não comprovadas (falsas) invalida a generalidade de uma teoria científica.				
Discordo totalmente 33,3%	Discordo parcialmente 25%	Concordo parcialmente 33,3%	Concordo totalmente -	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 6 - O conhecimento de senso comum pode ser transformado em conhecimento científico.				
Discordo totalmente 25%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 33,3%	Concordo totalmente 33,3%	Incerto/nenhum comentário 8,3%

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

4.2 Compreensão dos entrevistados sobre Ciência Cidadã

A próxima categoria teórica a ser analisada é a Ciência Cidadã. Visando a melhor apuração e análise dos resultados essa categoria foi dividida em abordagem científica, democratização do acesso à ciência, exercício da cidadania, divulgação científica, participação e letramento científico.

A primeira análise a ser feita nessa categoria se trata do conhecimento que os participantes possuem sobre ciência cidadã. Ao serem questionados se conhecem o termo

ciência cidadã e se sabem o que significa, apenas um dos entrevistados afirmou ter um conhecimento superficial: “*Já ouvi falar. É uma ciência que está aberta a opiniões dos cidadãos, das pessoas, do público geral*” (ESTUDANTE 2). Os demais entrevistados afirmam nunca ter ouvido sobre ciência cidadã e que não sabem qual o seu propósito.

A ciência cidadã abarca uma pluralidade de significados que vão além de uma ciência aberta à opinião pública. O termo designa diferentes aspectos do envolvimento do público com a ciência. Irwin (1995) utiliza o termo para discorrer sobre uma ciência democrática, desenvolvida pelos cientistas com participação de cidadãos comuns, enfatizando a responsabilidade da ciência para com a sociedade. Bonney (1996) manifesta-se sobre ciência cidadã para descrever projetos em que o público leigo se envolve ativamente na investigação científica e como instrumento para fomentar a compreensão pública da ciência.

Para Almeida (2019), a ciência cidadã é o envolvimento de cidadãos que não são cientistas profissionais, na colaboração de investigações de caráter científico, contribuindo na pesquisa, seja na coleta de dados ou no desenvolvimento da pesquisa, beneficiando ou contribuindo no uso da ciência na sociedade.

Trata-se de uma ciência participativa que envolve a construção coletiva do conhecimento científico, através da parceria entre cientistas profissionais e amadores. A ciência cidadã encoraja o engajamento democrático e estimula uma mentalidade e cultura científica.

O motivo do desprovimento do conhecimento dos alunos sobre ciência cidadã pode ser atribuído ao fato de que o tema é ainda pouco explorado e divulgado no Brasil. Segundo Queiroz (2020), para que os estudos no campo da ciência cidadã avancem é necessário superar algumas barreiras, como a falta de financiamentos para os projetos; disponibilidade ainda incipiente de plataformas digitais integradas para abrigarem e apoiarem os projetos; necessidade de capacitação dos cientistas e dos participantes; elaboração de indicadores que valorizem a atuação dos cientistas para aproximar a ciência da sociedade; e prover uma infraestrutura para pesquisas interdisciplinares e transdisciplinares nas instituições de pesquisa e de ensino superior.

Conquanto seja pouco conhecida, a ciência cidadã tem grande potencial de expansão no Brasil. Existem atualmente diversos projetos em andamento que contam com certa infraestrutura digital como aplicativos, *websites* e redes sociais que além de compartilharem o conhecimento possibilitam a colaboração do público na coleta de dados, a exemplo dos projetos *eBird* Brasil (SAVE BRASIL, 2020), *Brydes* do Brasil (2020), Sistema Urubu (2021) e Fonotropica (2021).

Visto que a ciência cidadã é um campo promissor tanto para o avanço da ciência brasileira quanto para o reconhecimento público da ciência e a democratização do acesso ao conhecimento científico, torna-se relevante a compreensão dos jovens estudantes acerca do tema.

Na sequência, serão analisados os resultados concernentes à ciência cidadã como abordagem científica, utilizada no levantamento de dados em larga escala e que possibilita a mobilização de pessoas que não pertencem ao mundo acadêmico para auxiliar nas observações e classificações (KULLENBERG; KASPEROWSKI, 2016).

Referente à questão se o conhecimento científico pode ser elaborado por não cientistas, 33,3% dos docentes e 13,9% dos alunos referiram que concordam totalmente; 33,3% dos docentes e 38,9% dos alunos concordam parcialmente. Um terço dos alunos e professores discordam que o saber científico possa ser produzido por pessoas que não sejam profissionais da ciência.

Por outro lado, aproximadamente 83% dos professores e 64% dos alunos assumem que pessoas que não pertencem ao mundo acadêmico podem realizar coleta de dados para a construção do conhecimento científico, e que pessoas leigas podem participar como voluntárias em projetos científicos.

Entretanto, os alunos desconhecem as etapas da pesquisa em que os voluntários podem atuar e não sabem especificar como os voluntários podem colaborar, por exemplo, na coleta de dados. Os seguintes relatos denotam a percepção dos entrevistados quanto à atuação de voluntários em projetos científicos:

Eu não sei direito como o voluntário pode atuar em projetos de ciência. Acho que o voluntário pode atuar em projetos científicos ajudando, dando mais ideias e aprendendo também. Acho que o voluntário pode ajudar dando ideias sobre o projeto e contribuindo com algum material (ESTUDANTE 3).

O voluntário ia colaborar no projeto porque o voluntário está lá é mais para aprender, para ter uma experiência. Chegar lá e falar, por exemplo, nós vamos fazer um projeto de limpeza. Aí o voluntário vai ajudar, incentivar, até mesmo passando para a frente sobre o projeto. Incentivando outras pessoas a participarem também (ESTUDANTE 2).

De forma geral, os resultados revelam que os alunos e professores consideram importante o envolvimento ativo de pessoas leigas em projetos científicos. Mas, entendem o engajamento do cidadão comum na ciência de maneira limitada, apenas contribuindo com materiais para a pesquisa ou colaborando na divulgação do projeto científico e seus resultados.

Pessoas que não são pesquisadores de carreira podem contribuir ativamente para a ciência por meio de seu esforço intelectual, como observadores, na identificação de imagens ou

com suas ferramentas e recursos (SOCIENTIZE, 2014). Os cidadãos comuns podem atuar em diferentes etapas da investigação científica, como a identificação do problema e formulação de hipóteses, o levantamento, análise e interpretação dos dados, elaboração de conclusões e disseminação dos resultados. Na maioria das vezes a participação do público leigo ocorre na coleta e classificação de dados (KULLENBERG; KASPEROWSKI, 2016).

Por exemplo, nas áreas das ciências naturais e conservação, a participação pública e voluntária é muito importante para fornecer uma base confiável de dados para o monitoramento em larga escala da biodiversidade (KOBORI *et al.*, 2016; CHANDLER, *et al.*, 2017; JOHNSTON, *et al.*, 2018).

Outros exemplos que evidenciam a importância de pessoas que não são envolvidas diretamente com o ambiente científico e acadêmico contribuindo para o levantamento de dados científicos são os projetos de monitoramento de vetores transmissores de doenças (AETRAPP, 2020), monitoramento hídrico da qualidade da água (COSTA *et al.*, 2018; WERNWCK; MINOTI, 2018) e monitoramento de concentrações de poluentes do ar em ambientes internos (CITIZEN SENSE, 2013).

A participação de não cientistas como voluntários em projetos científicos, possibilita a interação entre pesquisadores e cidadãos e permite a democratização do acesso à ciência (BROEDER *et al.*, 2016). Integrar os cidadãos no processo de produção do conhecimento de base científica, colocando-os em contato com a natureza da ciência pode contribuir para o despertar do pensamento crítico.

Vale ressaltar que os alunos têm interesse em participar como voluntários em projetos científicos. Durante as entrevistas os estudantes externalizam sua disposição e suas motivações em atuar em projetos de ciência. Acreditam que a experiência pode proporcionar-lhes desenvolvimento pessoal e profissional. Isso pode ser comprovado no relato que indagou quanto ao interesse em participar como voluntário em projeto científico:

Sim, teria interesse em participar como voluntária em projeto científico. Porque hoje em dia tenho pensado muito no meu currículo; eu acredito que seria muito importante para o meu currículo colocar que eu sou voluntária em um projeto. Pode ser também uma experiência de conhecimento para minha vida. Se fosse um projeto científico que chamasse minha atenção, que fosse interessante, tipo na área do meio ambiente, eu estaria disposta a ser voluntária (ESTUDANTE 1).

Todavia, a falta de conhecimento sobre como ocorre o engajamento de voluntários em projetos científicos, como é o caso na abordagem da ciência cidadã, pode desmotivar os alunos a serem voluntários em projetos científicos, como declara o entrevistado:

Em ser voluntário em projetos de ciência, não tenho muito interesse porque eu não tenho muito entendimento. Se eu tivesse um pouco de conhecimento, eu teria interesse. Acho bacana a gente poder tentar ajudar. Participar de um projeto científico também pode contribuir para o meu conhecimento sobre a ciência (ENTREVISTADO 2).

É importante lembrar que o envolvimento dos adolescentes em diferentes ações e projetos de ciência pode incentivar a vocação científica (STEKOLSCHIK *et al.*, 2010). De acordo com Stekolschik *et al.* (2010), os diferentes métodos utilizados para aproximar o indivíduo com a ciência, tais como livros de ciência, artigos de imprensa, material audiovisual, visitas a museus de ciência, desempenham um papel significativo no despertar da vocação para a ciência.

Campos e colaboradores (2018) desenvolveram o Projeto Momento Ciência, no Distrito Federal, que visa aproximar os alunos do Ensino Médio das escolas públicas com a comunidade e produção científica. Os resultados mostram que o projeto teve grande influência no esclarecimento dos alunos a respeito do estudo de Biologia e Biotecnologia. Além disso, o estudo comprova que o conhecimento adquirido através da participação no projeto influenciou sobre a escolha da futura profissão dos estudantes (CAMPOS *et al.*, 2018).

O aprendizado recebido através da atuação em projetos científicos contribui com o desenvolvimento na vida dos participantes, gerando mudanças sociais. Segundo Campos *et al.* (2018), o engajamento público em iniciativas científicas contribui com a produção do conhecimento significativo capaz de superar desigualdades sociais.

Além disso, o voluntariado, seja em projetos científicos ou sociais, auxilia na formação de cidadãos mais responsáveis e mais conscientes das diversidades, limitações e necessidades da sociedade. Uma parte essencial da condição de cidadão é desempenhar um papel ativo na transformação da sociedade. Nessa direção, o voluntariado possibilita o engajamento cívico nas questões sociais e desafios coletivos. O engajamento cívico oportuniza a inclusão social, revigora os laços de solidariedade e pertencimento contribuindo para o florescimento do espaço público (SILVA; RODRIGUES; PINHO, 2020).

Os entrevistados que não estão envolvidos como voluntários em projetos sociais, relatam que já tiveram uma experiência anterior como voluntária no projeto social “Marta e Maria”. Trata-se de uma associação formiguense de ajuda às pessoas carentes e moradores de rua. A aluna atuava como voluntária uma vez por semana, distribuindo roupas e sopa para os necessitados.

Silva, Rodrigues e Pinho (2020) salientam que o engajamento na prestação voluntária de apoio aos indivíduos que necessitam de ajuda é de extrema importância para a sociedade,

visto que atinge segmentos sociais em situação de vulnerabilidade, contribuindo para o resgate da cidadania, auxiliando na devolução da autoestima e da dignidade, perdidas pelo acometimento de doenças graves ou por outros problemas.

A ação voluntária incute nos indivíduos hábitos de cooperação, solidariedade e espírito cívico. Nesse sentido, o envolvimento voluntário em projetos educacionais e sociais contribui para a formação de alunos responsáveis, autônomos, solidários, que conheçam e exerçam os seus direitos e deveres em diálogo e no respeito mútuo (FONTES; SOUSA, 2021).

O engajamento com o voluntariado na fase da adolescência pode ser um diferencial para a vida social e profissional. Por meio do trabalho voluntário em projetos sociais ou científicos, os alunos poderão adquirir conhecimento prático, aprender novas habilidades e descobrir talentos desconhecidos, o que pode inclusive influenciar na escolha da futura profissão. Além disso, é uma oportunidade de desenvolver o espírito de trabalho em equipe.

4.2.1 Ciência Cidadã como forma de democratizar o acesso à ciência e promover a cidadania

Sobre a questão da participação de não cientistas na produção do conhecimento científico ser uma forma de democratizar o acesso à ciência, 25% dos alunos e 58,3% dos professores responderam que concordam totalmente; 41,7% dos alunos e 16,7% dos professores concordam parcialmente; 5,6% dos alunos e 8,3% dos professores discordam totalmente; 11,1% dos alunos discordam parcialmente e 16,7% do total de participantes ficaram incertos.

De forma geral, a maioria dos participantes reconhecem que a democratização do acesso à ciência pode ocorrer por meio do envolvimento do público leigo na produção científica. Os alunos foram questionados se esse envolvimento pode ser útil para a solução de problemas da vida diária, 25% referiram que concordam totalmente e 41,7% que concorda parcialmente; o restante discordou ou ficou incerto a respeito.

A respeito da democratização do acesso à ciência colaborar na formulação de políticas públicas, a maioria dos docentes (66,7%) concorda totalmente. Mas, apenas 5,6% dos alunos concordam totalmente que a participação de pessoas leigas na ciência pode auxiliar na formulação de políticas públicas; 52,8% dos alunos concordam parcialmente; 16,7% discordam totalmente; 8,3% discordam parcialmente e 16,7% incertos.

A ciência cidadã é um movimento que tem como fundamento conduzir as pesquisas acadêmicas de maneira democrática e participativa, de forma a aumentar o interesse pela ciência. A principal característica da ciência cidadã é a participação dos voluntários e público

leigo tendo como benefício, entre outros, a democratização do acesso ao conhecimento científico (BONNEY, 1996; STRASSER, 2019).

Segundo Ponciano (2019), uma crítica à ciência moderna é a não apropriação pela sociedade do conhecimento produzido pela academia. Muitos artigos são produzidos e publicados em periódicos científicos, porém não há apropriação desse conhecimento (PONCIANO, 2019).

Na opinião de Ponciano (2019), a apropriação da ciência pela sociedade é uma forma de mitigar a circulação de notícias falsas, já que sua prática estimula a consciência crítica. O autor argumenta que na atualidade as pessoas são muito mais sensibilizadas por mitos, por fatos que não são verdadeiros, do que pelo que é produzido no meio científico. Ponciano (2019) afirma que as *fake news* teriam impacto menor se a ciência cidadã e a comunicação com a consequente apropriação dos resultados fosse uma prática recorrente.

Iniciativas de ciência cidadã reforçam a sociabilização da informação por meio do trabalho colaborativo entre profissionais da ciência e público leigo, em prol da democratização do conhecimento (IRWIN, 2001). Além disso, a ciência cidadã pode influenciar na formulação de políticas públicas, uma vez que os dados levantados podem servir de base para a tomada de decisão sobre questões ambientais, da educação e saúde (BROEDER *et al.*, STRASSER *et al.*, 2019).

Considerando o posicionamento de Irwin (2001) de que deve existir uma relação entre ciência e democracia que permita o desenvolvimento de uma discussão aberta e crítica entre pesquisadores, formuladores de políticas e cidadãos, é essencial que as crianças e adolescentes sejam educados e preparados para participar dos processos de decisão política.

Depreende-se que a participação pública na investigação científica é relevante para o desenvolvimento da sociedade, no sentido de que se as pessoas estiverem engajadas com a produção do conhecimento científico, elas irão se apropriar desse conhecimento, tornando-se pessoas mais críticas e interessadas pela ciência.

Quanto aos aspectos da ciência cidadã voltada para promover o exercício da cidadania, quando do envolvimento de leigos na elaboração do conhecimento científico, os resultados apontam que 41,7% dos professores e 13,9% dos alunos concordam totalmente; 41,7% dos professores e 55,6% dos alunos concordam parcialmente; 16,7% dos professores e 5,6% dos alunos discordam totalmente; 13,9% dos alunos discordam parcialmente; 11,1% dos alunos marcaram incerto ou nenhum comentário.

Percebe-se que a maior parte dos docentes e discentes compreendem, em maior ou menor grau, que as práticas de ciência cidadã contribuem para o exercício da cidadania.

Segundo Martins (2011), a educação para uma cidadania democrática assenta no princípio de que todos os cidadãos têm um papel na sociedade, na qual a educação em ciências ocupa uma posição fundamental para a tomada de decisão individual e social. Nesse sentido, o exercício de uma ciência voltada para promoção da cidadania é um compromisso social, pois contribui para o entendimento qualificado das reais necessidades da população.

Como exemplo, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), citam o problema criado pelos fertilizantes químicos e pesticidas que, a partir da Segunda Guerra Mundial, produziram uma verdadeira revolução agrícola, expandindo de forma notável a produção num período de crescimento populacional. Entretanto, os produtos químicos utilizados para combater as pragas e parasitas não só otimizaram o resultado da produção, mas causaram danos expressivos à saúde humana e de outras espécies animais.

O excessivo uso dos pesticidas provocava malformações congênitas até o cancro (proliferação anormal de células), tornando um veneno para peixes, mamíferos e pássaros (GIRALDO, 2018). Este envenenamento do planeta pelos produtos químicos de síntese, sobretudo pelo Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), foi denunciado por cientistas como a bióloga Rachel Carson (2010).

Em seu livro *Primavera Silenciosa*, Carson (2010) apresenta abundantes provas dos efeitos nocivos do DDT e outros pesticidas para os ecossistemas e para as vidas humanas. Apesar disso, a indústria química, políticos e alguns cientistas negaram o valor das provas apresentadas e a acusaram de ser contrária ao progresso que permitia alimentar uma população crescente e salvar muitas vidas humanas. Apenas dez anos mais tarde o DDT foi realmente reconhecido como um perigoso veneno, sendo proibida sua utilização.

Acontece, que a batalha contra o DDT foi desenvolvida por cientistas como Carson (2010) em conjunto com grupos de cidadãos que foram sensíveis às suas chamadas de atenção e argumentos. O livro de Carson influenciou o aparecimento de diversos grupos ativistas que lutavam pela causa da necessária e urgente proteção do meio ambiente. Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007, p.144) ressaltam que, “sem a ação destes grupos de cidadãos com capacidade para compreender os argumentos de Carson, a proibição do DDT teria acontecido muito mais tarde, com efeitos ainda mais devastadores”.

A influência desses grupos de cidadãos e sua participação na tomada de decisões, ao assumirem como seus os argumentos de Carson e exigirem rigorosos controles do DDT, foi fundamental para convencer a comunidade científica e os legisladores a obrigar a proibição do DDT (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

Para que o cidadão possa participar das tomadas de decisões relativas à ciência é necessário que tenha um mínimo de formação científica que torne possível a compreensão das questões e problemas envolvidos. Nesse sentido, a ciência cidadã é um importante instrumento que aproxima o público leigo e a ciência, possibilitando uma cidadania científica mais ativa.

Levando em conta os resultados obtidos que demonstram um percentual considerável de alunos e professores que concordam apenas parcialmente que a atuação de leigos na produção do conhecimento científico é uma forma de democratizar o acesso à ciência e promover o exercício da cidadania, depreende-se que a ciência cidadã precisa ser mais difundida nas comunidades, sobretudo nas escolas.

A implementação de iniciativas de ciência cidadã no ambiente escolar pode auxiliar na formação dos estudantes para se tornarem cidadãos mais responsáveis e idôneos e a estimular a participação nas decisões sobre problemas de natureza social e científica.

4.2.2 Ciência Cidadã: divulgação científica, participação e letramento científico

Quanto aos resultados acerca do tema da divulgação científica os dados apontam que, 83,3% dos professores consideram muito importante a divulgação científica para o público leigo. Entre os alunos, 55,6% concordam totalmente e 38,9% concordam parcialmente que o conhecimento científico deve ser amplamente comunicado.

Esses resultados são animadores, pois a maioria dos participantes manifesta apoio à difusão do conhecimento científico para o público, o que é favorável para o desenvolvimento da sociedade. À medida em que as pessoas têm acesso a informações qualificadas, maiores são as possibilidades de desenvolver o pensamento crítico.

Segundo Brandão (2009), a divulgação científica pode provocar o interesse da população pela ciência, inspirando a mudança de hábitos e comportamentos, uma vez que permite as informações científicas estar mais presente na tomada de decisão política em relação aos assuntos da ciência que influenciam diretamente no cotidiano das pessoas.

Vale lembrar que, a comunicação científica não se limita a informar o público sobre os resultados das investigações científicas, não se tratando apenas da transmissão de conteúdo pela comunidade científica para o público não especialista nas ciências. Ao contrário, deve possibilitar ao cidadão assumir o papel de protagonista social no desenvolvimento científico (FERNANDES, 2011).

Para Manso (2015), a comunicação científica é um espaço de oportunidades para diálogos entre academia e sociedade, tendo como figura central o debate entre a comunidade científica e a sociedade. Assim, é necessário prover meios para que o cidadão comum tenha

acesso ao conhecimento científico para ser capaz de participar do debate com respeitabilidade e qualidade.

Considerando que é responsabilidade do Estado e instituições públicas ou órgãos que têm missão de interesse coletivo, compartilhar informações de utilidade pública (ZÉMOR, 2009), a divulgação científica também deve ser praticada pelo governo, não ficando a cargo exclusivo da academia e dos cientistas (BRANDÃO, 2009). É fundamental a promoção de ações públicas direcionadas para a interação da população com a ciência, sobretudo direcionadas ao público jovem, de maneira que sejam motivados, qualificados para participarem dos assuntos científicos.

O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia (INCT-CPCT) realizou em 2019, uma pesquisa com mais de 2000 jovens brasileiros, entre 15 e 24 anos, investigando a percepção dos jovens sobre a ciência e o acesso ao conhecimento científico. Os resultados mostram que os jovens defendem a ciência, mas desconhecem a produção científica do país (ESCOBAR, 2019).

Com relação a divulgação científica, a pesquisa do INCT-CPCT revelou que a maioria dos jovens tem dificuldade em identificar *fake news*, o que foi considerado muito preocupante, uma vez que “o consumo passivo de conteúdo deixa os jovens suscetíveis às informações impulsionadas por *lobbies* de grupos com interesses políticos e econômicos” (LOPES, 2019).

Os pesquisadores destacam que a capacidade de identificar *fake news* está diretamente relacionada com o nível de acesso e consumo das informações científicas dos jovens. Assim, quanto maior o acesso ao conhecimento científico, mais crítico será o jovem ao selecionar as informações (ESCOBAR, 2019; LOPES, 2019).

Outro dado preocupante da pesquisa realizada pelo INCT-CPCT é que mais de 90% dos jovens entrevistados não souberam dizer o nome de algum cientista brasileiro ou alguma instituição de pesquisa nacional, o que reforça a necessidade de ampliação da divulgação científica no país (ESCOBAR, 2019; LOPES, 2019).

Lopes (2019) salienta a importância da divulgação científica, propiciando informações claras, objetivas e confiáveis para a população, sobretudo para os jovens. Afirma que é preciso estimular a participação dos jovens em grupos de discussão, eventos e projetos sobre ciência (LOPES, 2019).

Percebe-se que não é suficiente que os adolescentes tenham apenas uma opinião positiva sobre a ciência e a difusão do conhecimento científico para o público leigo, é preciso que estejam engajados, participando das investigações científicas.

No que se refere à participação, as opiniões dos discentes e docentes quanto à importância do envolvimento ativo de pessoas leigas em projetos científicos, indicam que 25% dos professores e 13,9% dos alunos consideram muito importante; 58,3% dos professores e 44,4% dos alunos consideram importante; 8,3% dos professores e 30,6% dos alunos consideram pouco importante; 5,6% dos alunos consideram nada importante; 8,3% dos professores e 5,6% dos alunos consideram insignificante.

Como já discutido anteriormente, no processo do fazer científico pode haver a participação de pessoas leigas, não especializadas em ciências envolvidas nas pesquisas e projetos relacionados à ciência (BONNEY, *et al.*, 2009).

A produção do conhecimento científico é derivada de um esforço social por meio do trabalho conjunto entre profissionais da ciência e leigos (CHALMERS, 1993). Essa parceria beneficia tanto o cientista quanto os cidadãos que colaboram com a pesquisa, uma vez que estes irão fornecer dados para os pesquisadores e adquirem conhecimento científico e treinamento profissional (BONNEY, 1996).

O engajamento do público leigo em projetos de ciência faz com que o cidadão deixe de ser o sujeito passivo que apenas recebe e se beneficia das descobertas científicas, passando a ser protagonista na geração do conhecimento, o que o torna mais apto a exercer a cidadania científica.

Além disso, o envolvimento ativo em ações e projetos científicos possibilita raciocinar sob uma perspectiva científica, sendo capaz de compreender e aplicar conceitos relativos à ciência (BONNEY *et al.*, 2009).

Com relação à capacidade de interlocução entre profissionais e não profissionais da ciência, bem como a habilidade do cidadão comum para utilizar conceitos científicos, 25% dos docentes responderam que o letramento científico é muito importante; 66,7% que é importante e; 8,3% nada importante.

Entre os alunos, no tocante à importância da comunicação entre profissionais da ciência e pessoas leigas, 41,7% referiram que é muito importante; 47,2% que é importante e; 11,1% que é pouco importante.

Novamente a opinião da maioria dos discentes e docentes é favorável à ampla difusão do conhecimento e literacia científica, o que está em consonância com as diretrizes e objetivos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que define o conjunto de aprendizagens e habilidades essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica (BRASIL, 2018).

A BNCC estabelece que o letramento científico deva ser desenvolvido ao longo do Ensino Fundamental, sendo que “a área de Ciências da Natureza tem o compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, por envolver a capacidade de compreensão e interpretação dos fatos naturais, mas também de transformá-los com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (BRASIL, 2018, p. 321).

A proposta é assegurar aos alunos o acesso à diversidade e pluralidade de conhecimentos produzidos ao longo da história e conhecer e dominar os principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (BRASIL, 2018). Dessa forma, os alunos se tornarão capazes de compreender, interpretar e formular ideias científicas em uma variedade de contextos, bem como aplicar o conhecimento adquirido em seu cotidiano.

O documento normativo reforça que o aprendizado de Ciências não ocorre apenas como curiosidade. É essencial desenvolver a capacidade de fazer uso social daquilo que se aprende, gerando um movimento de intervenção que modifique o meio em que a criança ou o jovem vive, sendo isso importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2018).

O letramento científico é, de forma resumida, a compreensão dos conceitos científicos e a habilidade de aplicá-los, envolvendo não apenas o conhecimento sobre ciência, mas especialmente sua inter-relação com a sociedade.

Considerando que a produção do conhecimento é uma forma de ação social na qual são consideradas as práticas e ações desenvolvidas, a ciência cidadã pode ser utilizada para a comunicação pública da ciência e o letramento científico, pois é uma abordagem que cultiva práticas sociais envolvidas com a ciência, como observar e classificar fenômenos dentro de um determinado contexto (BONNEY, 2009; BRANDÃO, 2006).

Nesse sentido, projetos colaborativos fundamentados nos princípios da ciência cidadã favorecem a democracia científica, pois influenciam a forma como as pessoas veem as diferentes situações do mundo, promovendo a educação e o letramento científico, o que conseqüentemente, influencia a participação do cidadão na tomada de decisão em relação aos problemas sociais e a formulação das políticas públicas.

Os quadros 6 e 7 apresentam a síntese das respostas dos discentes e docentes relativas às questões da categoria Ciência Cidadã.

Quadro 6 – Resultados das respostas dos alunos: questões da categoria Ciência Cidadã

Questão 8 - O conhecimento científico pode ser elaborado por não cientista.				
Discordo totalmente 16,7%	Discordo parcialmente 16,7%	Concordo parcialmente 38,9%	Concordo totalmente 13,9%	Incerto/nenhum comentário 13,9%
Questão 9 - Pessoas que não pertencem ao mundo acadêmico podem realizar coleta de dados para a construção do conhecimento científico.				
Discordo totalmente 13,9%	Discordo parcialmente 11,1%	Concordo parcialmente 44,4%	Concordo totalmente 19,4%	Incerto/nenhum comentário 11,1%
Questão 10 - Pessoas leigas podem participar como voluntárias em projetos científicos.				
Discordo totalmente 11,1%	Discordo parcialmente 8,3%	Concordo parcialmente 41,7%	Concordo totalmente 25%	Incerto/nenhum comentário 13,9%
Questão 11 - A participação de pessoas leigas na produção do conhecimento científico é uma forma de democratizar o acesso a ciência.				
Discordo totalmente 5,6%	Discordo parcialmente 11,1%	Concordo parcialmente 41,7%	Concordo totalmente 25%	Incerto/nenhum comentário 16,7%
Questão 12 - A participação de não cientistas na ciência pode ser útil para a solução de problemas da vida diária.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente 16,7%	Concordo parcialmente 41,7%	Concordo totalmente 25%	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 13 - O envolvimento de pessoas leigas na construção do conhecimento científico pode auxiliar a formulação de políticas públicas.				
Discordo totalmente 16,7%	Discordo parcialmente 8,3%	Concordo parcialmente 52,8%	Concordo totalmente 5,6%	Incerto/nenhum comentário 16,7%
Questão 14 - O envolvimento de não cientista na elaboração do conhecimento científico pode promover o exercício da cidadania.				
Discordo totalmente 5,6%	Discordo parcialmente 13,9%	Concordo parcialmente 55,6%	Concordo totalmente 13,9%	Incerto/nenhum comentário 11,1%
Questão 15 - O conhecimento científico deve ser amplamente comunicado.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 38,9%	Concordo totalmente 55,6%	Incerto/nenhum comentário 5,6%
Questão 16 - A participação de uma pessoa leiga em projetos científicos é:				
Muito importante 13,9%	Importante 44,4%	Pouco importante 30,6%	Nada importante 5,6%	Insignificante 5,6%
Questão 17 - A comunicação entre profissionais da ciência e pessoas leigas é:				
Muito importante 41,7%	Importante 47,2%	Pouco importante 11,1%	Nada importante -	Insignificante -

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

Quadro 7 – Resultados das respostas dos professores: questões da categoria Ciência Cidadã

Questão 7 - O conhecimento científico pode ser elaborado por não cientista.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente 25%	Concordo parcialmente 33,3%	Concordo totalmente 33,3%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 8 - Pessoas que não pertencem ao mundo acadêmico podem realizar coleta de dados para a construção do conhecimento científico.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente 8,3%	Concordo parcialmente 16,7%	Concordo totalmente 66,7%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 9 - Não cientistas podem participar como voluntários em projetos científicos.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 25%	Concordo totalmente 66,7%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 10 - A democratização do acesso à Ciência pode ocorrer por meio da participação de pessoas leigas.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 16,7%	Concordo totalmente 58,3%	Incerto/nenhum comentário 16,7%
Questão 11 - A democratização do conhecimento científico pode auxiliar a formulação de políticas públicas.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente 8,3%	Concordo parcialmente 25%	Concordo totalmente 66,7%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 12 - O envolvimento de não cientistas na elaboração do conhecimento científico pode promover o exercício da cidadania.				
Discordo totalmente 16,7%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 41,7%	Concordo totalmente 41,7%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 13 - A divulgação científica para o público leigo é:				
Muito importante 83,3%	Importante 8,3%	Pouco importante 8,3%	Nada importante -	Insignificante -
Questão 14 - O envolvimento ativo de pessoas leigas em projetos científicos é:				
Muito importante 25%	Importante 58,3%	Pouco importante 8,3%	Nada importante -	Insignificante 8,3%
Questão 15 - O letramento científico é:				
Muito importante 25%	Importante 66,7%	Pouco importante -	Nada importante 8,3%	Insignificante -

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

4.3 Compreensão dos entrevistados sobre Resíduos Sólidos Urbanos

A última categoria a ser analisada é Resíduos Sólidos Urbanos. Para apurar os dados, separamos essa categoria quanto ao conceito, impacto à saúde e ao meio ambiente, qualidade de vida, sustentabilidade ambiental e consciência ambiental.

Quanto ao conceito do termo resíduos sólidos urbanos, 41,7% dos docentes entendem com clareza o que são RSU, uma vez que concordam totalmente com a afirmação de que todo material descartado, nos estados sólido e semissólido, resultantes das atividades humanas podem ser considerados como resíduos sólidos urbanos (ABNT, 2004). 61,2% dos alunos afirmaram ter pouca compreensão ou uma noção geral sobre o significado de resíduos sólidos urbanos.

Esses dados são preocupantes, pois o desinteresse das pessoas pelos impactos socioambientais causados pelos RSU está diretamente associado à falta de compreensão e apreensão dos conceitos relacionados aos resíduos sólidos (FRANCELIN, 2015).

O excesso de produção de lixo e seu descarte inadequado acarreta consequências negativas para a sociedade. Cerca de 90% dos entrevistados concordam totalmente que a gestão incorreta do lixo gera impactos negativos à saúde e ao meio ambiente.

Na percepção da maioria dos docentes e discentes a gestão do lixo não é realizada de maneira totalmente apropriada no município. Os dados indicam que 50% dos professores concordam parcialmente que os RSU são descartados corretamente na cidade de Formiga e 41,7% discordam parcialmente. Mais de 66% dos alunos discordam, totalmente ou parcialmente, que os resíduos sólidos são descartados de forma adequada pela população formiguense.

Os entrevistados não consideram Formiga uma cidade limpa devido ao modo inadequado que a população trata o lixo. Isso fica explícito nos seguintes discursos dos alunos:

[...] Na questão do lixo aqui em Formiga, eu acho que pode melhorar ainda. Não está 100% bom porque lixo é uma coisa que a gente produz todo dia; é uma coisa que nunca vai acabar, e é uma coisa que prejudica tanto a gente quanto a natureza; não é uma coisa saudável. Claro, nós temos o caminhão do lixo que faz a coleta, a reciclagem. Mas, tipo assim, no bairro que eu moro o lixeiro passa às 7:00h, então muita gente deixa de pôr o lixo para fora porque não acordou sete horas, ainda mais no tempo de frio que ninguém que levantar da cama para pôr o lixo para fora. E tem gente que não quer que o lixo fique dentro de casa, e não está nem aí, põe o lixo para fora depois que o caminhão de coleta já passou, e não liga que os cachorros vão rasgar e esparramar o lixo na rua e fica tudo sujo [...] (ESTUDANTE 1).

A limpeza do meio ambiente em Formiga não é boa. Muitas vezes quando eu saio na rua, eu vejo que as pessoas não têm zelo. Você vê muito lixo jogado nas ruas. Lá na rodoviária tem aquelas lixeiras seletivas e muita gente não sabe usar e muita gente nem joga o lixo nas lixeiras, jogam no chão mesmo e não estão nem aí (ESTUDANTE 2).

A Prefeitura do município de Formiga realiza a coleta seletiva em toda a área urbana. A entrevistada declara que em seu bairro “*tem a coleta do lixo úmido e a coleta do lixo reciclável.*

Lixo úmido passa segunda, quarta e sexta e lixo reciclado passa terça, quinta e sábado” (ESTUDANTE 1). Apesar de ter a coleta seletiva há pessoas que negligenciam o cuidado correto dos resíduos. A entrevistada salienta isso afirmando: *“Meu pai mesmo não importa, não está nem aí, não tem nenhum cuidado com isso; coloca o lixo de qualquer jeito, fora do horário, não quer nem saber, mistura lixo reciclável com lixo orgânico”* (ESTUDANTE 1).

A limpeza nos arredores da escola Rodolfo Almeida, situada no bairro Centro da cidade, é considerada insuficiente. Ao serem questionados se o entorno da escola é limpo, todos os entrevistados disseram que não é muito limpo porque, apesar da Prefeitura realizar a varrição e coleta de lixo, as pessoas descartam lixo nas esquinas e calçadas ao redor da escola. Uma das alunas lembra que *“a escola está em um lugar cercado por lojas, então as pessoas põem caixas de papelão para fora, colocam os lixos deles para fora, mas só que a coleta é feita no final da tarde”* (ESTUDANTE 3).

Quando os resíduos são corretamente tratados propicia condições que colaboram para a melhor qualidade de vida das pessoas (SILVA *et al.*, 2020). Aproximadamente 80% dos alunos e docentes concordam totalmente que a gestão adequada do lixo contribui para o bem-estar físico e psicológico das pessoas.

Entretanto, há alunos que ainda não compreendem o impacto que a produção e tratamento do lixo tem na qualidade de vida dos indivíduos em sociedade. De acordo com os resultados, 13,9% dos alunos entrevistados concordam apenas parcialmente que o lixo tratado de forma correta melhora o bem-estar físico e psicológico; 2,8% discordam parcialmente e; 5,6% estão incertos a respeito.

Esses resultados permitem inferir que há necessidade de trabalhar com os alunos temas e projetos relacionados ao cuidado e preservação do meio ambiente, bem como o tratamento correto dos resíduos sólidos.

De acordo com Aguiar *et al.* (2019), tratar o tema dos RSU no ambiente escolar é essencial para despertar a consciência dos estudantes quanto aos males que os resíduos provocam para o meio ambiente e para a saúde das pessoas. As crianças e adolescentes precisam ter conhecimento de suas responsabilidades em relação aos resíduos que produzem. Nesse sentido, a escola possui um papel central quanto as ações de conscientização na educação ambiental que podem ganhar maior dimensão quando desenvolvidas em conjunto com a comunidade (AGUIAR *et al.* 2019).

Araújo e Pimental (2016), destacam que os impactos socioambientais decorrentes da má gestão do lixo, muitas vezes é devido à falta de esclarecimento e consciência da população. Ações de educação e sensibilização sobre a gestão dos RSU e o cuidado e preservação do

ambiente, favorecem para mitigar diversos males que interferem na qualidade como por exemplo, a proliferação de animais peçonhentos e vetores transmissores de doenças; a contaminação do solo, ar e água; o entupimento de redes de drenagem urbana; as enchentes; a degradação do meio ambiente; a depreciação imobiliária; a poluição visual e o desperdício de matérias-primas (REIS; SILVA; SOARES, 2019; ANDRADE; FERREIRA, 2011).

Trabalhar o tema dos resíduos sólidos no âmbito escolar proporciona aos estudantes uma aprendizagem que auxilia na formação de cidadãos mais comprometidos com o desenvolvimento sustentável e mais responsáveis para exercer a cidadania.

O estudo realizado por Bispo e colaboradores (2020) com os alunos de escolas públicas em Belém-PA, constatou que ações práticas de educação ambiental podem ser eficazes para coibir o descarte incorreto de resíduos sólidos em vias públicas. Os pesquisadores envolveram os alunos e a população em uma oficina teórico-prática com o objetivo de revitalizar as calçadas e vias públicas onde havia o acúmulo irregular de RSU. Após um mês de observação não houve descarte irregular de RSU nos espaços revitalizados. Por conseguinte, o estudo concluiu que houve um impacto significativo na mudança de hábito da população (BISPO, *et al.*, 2020).

Quando os adolescentes e a população participam de atividades pedagógicas sobre resíduos sólidos e compreendem a importância da gestão apropriada do lixo, demonstram maior interesse e preocupação em relação aos problemas socioambientais dos RSU (FRANCELIN, 2015).

À vista disso, a ciência cidadã torna-se uma ferramenta útil para possibilitar modos mais participativos e descentralizados na gestão de resíduos, contribuindo para o envolvimento do público na coleta, análise e disponibilização de dados.

Um exemplo que ilustra a utilização da abordagem da ciência cidadã para tratar dos resíduos sólidos, é o projeto Recreio Limpo Lab orientado para promover a qualidade socioambiental do bairro do Recreio dos Bandeirantes, na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, tendo como ponto de partida as praias. A proposta é transformar a praia em um laboratório de pesquisa e mobilizar os usuários para investigar a presença do microplástico e caracterizar o lixo deixado nas praias, buscando também investigar a percepção ambiental dos participantes e as possíveis mudanças de comportamento em relação ao lixo (BLUE CHANGE, 2021).

Os alunos participantes da pesquisa consideram importante estudos na área do meio ambiente, o que corrobora com a proposta didática a ser elaborada. De acordo com os participantes, é preciso buscar o equilíbrio entre as demandas do ser humano e a preservação dos recursos naturais. Percebem que a poluição degrada o meio ambiente e que isso prejudica

o bem-estar das pessoas. Sendo assim, consideram relevante estudos relacionados ao meio ambiente, como é evidenciado em seus discursos:

Estudos sobre o meio ambiente são importantes porque meio ambiente, natureza é tudo o que a gente precisa. O ser humano está sempre precisando da natureza e do meio ambiente; é dependente dele. Então, é importante sempre ter novas descobertas, novas ciências sobre a natureza para estar ajudando a gente, para a gente também entrar em equilíbrio com o meio ambiente, para o cuidado e a preservação dos recursos naturais (ESTUDANTE 1).

Estudos do meio ambiente são importantes porque hoje em dia tem muita poluição, o meio ambiente meio que está acabando. As pessoas não respeitam mais, por exemplo, há países que têm leis para preservar o meio ambiente, mas muita gente hoje em dia não tem o mínimo de zelo. Eu acho que é importante estudos sobre isso porque nós precisamos do meio ambiente para viver. Eu acho que é importante preservar o meio ambiente porque a gente precisa dele para sobreviver. Então a gente tem que cuidar e conservar, por isso esses estudos são muito importantes (ESTUDANTE 2).

Em relação à sustentabilidade ambiental, 83,3% dos professores e 69,4% dos alunos disseram que é muito importante buscar o equilíbrio entre o suprimento das necessidades humanas e a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais. Em contrapartida, apenas um terço dos alunos concordaram totalmente que quando vão às compras, escolhem produtos que agriam menos o meio ambiente.

Quanto ao reconhecimento dos valores associados à sustentabilidade, 97,2% dos alunos e 91,7% dos professores afirmaram que a conscientização sobre o meio ambiente e a sustentabilidade é muito importante; 2,8% dos alunos atribuíram ser importante; e apenas 8,3% dos professores consideraram a questão insignificante.

Diante da crescente e excessiva produção mundial para atender às demandas de bilhões de seres humanos no planeta, torna-se cada vez mais necessário conscientizar a população quanto a produção e descarte do lixo (AZEVEDO; SCAVARDA; CAIADO, 2019). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) enfatiza a importância de cultivar princípios de sustentabilidade, para que todos tenham o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, usufruindo dos recursos comuns naturais com responsabilidade (BRASIL, 2010). Assim, é dever coletivo preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações.

A PNRS (Lei Federal nº 12.305/2010) institui instrumentos importantes para permitir o avanço necessário do Brasil no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos, decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. A Lei 12.305 visa a prevenção e a redução na geração de RSU, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo

sustentável e diversas medidas que propiciam a reciclagem, reutilização e destinação ambiental adequada dos resíduos (BRASIL, 2010).

Essas diretrizes são importantes porque influenciam na economia dos recursos naturais, reduzindo a quantidade de rejeitos e reaproveitando os resíduos, o que impacta positivamente na preservação do meio ambiente, visto que não será preciso extrair tanta matéria-prima da natureza.

O consumo frenético de produtos e mercadorias é responsável pelo volume cada vez maior de lixo descartado irregularmente no meio ambiente. Por isso, mudanças no padrão de consumo das pessoas direcionados tanto para a redução de resíduos descartados quanto a aquisição de produtos que agridam menos o ambiente são pertinentes.

Segundo Aguiar *et al.* (2018), os consumidores e os fabricantes têm dirigido sua atenção para produtos menos nocivos ao meio ambiente, com baixo custo de energia, alimentos orgânicos, tintas livres de chumbo, papel reciclável, detergentes sem fosfato etc.

A conscientização sobre o meio ambiente e a sustentabilidade reflete na intenção de compra efetiva de produtos sustentáveis. De acordo com Aguiar *et al.* (2018), o perfil de consumidor brasileiro sustentável é mais observado em pessoas com maiores níveis de escolaridade, renda bruta familiar e conscientização ambiental.

Porém, ainda é pequena a quantidade de consumidores que se sensibilizam com as questões ambientais e praticam o consumo consciente (CHAGAS; OLIVEIRA; CORREIA, 2019), haja vista que os próprios dados desta pesquisa mostram que apenas 33,3% dos alunos entrevistados concordam totalmente que quando vão às compras, optam por produtos menos nocivos ao meio ambiente.

Entende-se que a preparação e motivação de jovens e adolescentes é fundamental para buscar a sustentabilidade ambiental. Na área de resíduos sólidos, os avanços voltados para mitigar e conter os problemas da produção e descarte do lixo, bem como os danos causados às pessoas e ao meio ambiente ainda são lentos.

Os quadros 8 e 9 apresentam a síntese das respostas dos discentes e docentes relativas às questões da categoria Resíduos Sólidos Urbanos.

Quadro 8 – Resultados das respostas dos alunos: questões da categoria Resíduos Sólidos Urbanos

Questão 18 - Quando você ouve ou lê o termo “Resíduos Sólidos Urbanos”, você tem:				
uma compreensão clara do significado 38,9%	uma noção geral do significado 30,6%		pouca compreensão do significado 30,6%	
Questão 19 - O descarte incorreto do lixo gera impactos negativos à saúde e ao meio ambiente.				
Discordo totalmente 5,6%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 5,6%	Concordo totalmente 86,1%	Incerto/nenhum comentário 2,8%
Questão 20 - Os resíduos sólidos são descartados corretamente em sua cidade.				
Discordo totalmente 36,1%	Discordo parcialmente 30,6%	Concordo parcialmente 22,2%	Concordo totalmente 2,8%	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 21 - O lixo tratado corretamente melhora o bem-estar físico e psicológico das pessoas.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente 2,8%	Concordo parcialmente 13,9%	Concordo totalmente 77,8%	Incerto/nenhum comentário 5,6%
Questão 22 - Buscar o equilíbrio entre o suprimento das necessidades humanas e a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais é:				
Muito importante 69,4%	Importante 27,8%	Pouco importante -	Nada importante 2,8%	Insignificante -
Questão 23 - Quando você vai às compras, escolhe produtos que agridam menos o meio ambiente.				
Discordo totalmente 5,6%	Discordo parcialmente 11,1%	Concordo parcialmente 30,6%	Concordo totalmente 33,3%	Incerto/nenhum comentário 19,4%
Questão 24 - A conscientização sobre o meio ambiente e a sustentabilidade é:				
Muito importante 97,2%	Importante 2,8%	Pouco importante -	Nada importante -	Insignificante -

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

Quadro 9 – Resultados das respostas dos professores: questões da categoria Resíduos Sólidos Urbanos

Questão 16 - Todo material descartado, nos estados sólido e semissólido, resultante das atividades humanas pode ser considerado como resíduos sólidos urbanos.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente 8,3	Concordo parcialmente 25%	Concordo totalmente 41,7%	Incerto/nenhum comentário 16,7%
Questão 17 - A gestão incorreta dos resíduos sólidos gera impactos negativos à saúde e ao meio ambiente.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente -	Concordo totalmente 91,7%	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 18 - Os resíduos sólidos são descartados corretamente em sua cidade.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente 41,7%	Concordo parcialmente 50%	Concordo totalmente 8,3%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 19- A gestão adequada do lixo contribui para o bem-estar físico e psicológico das pessoas.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 16,7%	Concordo totalmente 83,3%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 20 - Buscar o equilíbrio entre o suprimento das necessidades humanas e a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais é:				
Muito importante 83,3%	Importante 8,3%	Pouco importante -	Nada importante -	Insignificante 8,3%
Questão 21 - A conscientização sobre o meio ambiente e a sustentabilidade é:				
Muito importante 91,7%	Importante -	Pouco importante -	Nada importante -	Insignificante 8,3%

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

É importante despertar nos estudantes a consciência ambiental em relação à redução dos resíduos e o descarte adequado do lixo. Nessa direção, a implantação de projetos educacionais sobre resíduos sólidos na perspectiva da ciência cidadã pode influenciar a conscientização da população sobre as questões ambientais, despertar uma consciência ambiental em relação à gestão dos resíduos gerados e auxiliar a formação de uma visão crítica e participativa a respeito do uso do patrimônio ambiental.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo um campo ainda pouco divulgado e incentivado no Brasil, a ciência cidadã possibilita o engajamento do público com a pesquisa científica, ampliando a construção do conhecimento e a comunicação científica.

Iniciativas de ciência cidadã são importantes porque além de aproximar o cidadão leigo dos processos e procedimentos da construção do conhecimento científico, propicia o exercício da cidadania envolvendo a população na tomada de decisão em relação aos problemas locais, como o descarte do lixo que, sendo realizado de forma incorreta, acarreta impactos negativos ao meio ambiente e à sociedade.

Um dos grandes problemas enfrentados atualmente é a quantidade excessiva de lixo produzido e descartado inapropriadamente no meio ambiente, causando diversos prejuízos à sociedade e às gerações futuras.

Visando a necessidade de educar e conscientizar os jovens e adolescentes sobre a importância de práticas sustentáveis e a preservação do meio ambiente, sobretudo na área de resíduos sólidos, essa dissertação buscou analisar como os princípios e fundamentos da ciência cidadã podem contribuir para o engajamento de alunos e professores do Ensino Médio no município de Formiga na implantação de projetos de resíduos sólidos urbanos.

Os objetivos específicos da pesquisa foram alcançados. Primeiro, por meio da aplicação de questionários e entrevistas, foi identificado o conhecimento dos alunos e professores do terceiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Rodolfo Almeida, sobre ciência, ciência cidadã e resíduos sólidos urbanos.

Os resultados apurados indicam que a maioria dos estudantes não têm uma percepção clara do que é Ciência e estudo científico. Porém, apesar dos alunos não referirem que a ciência é construída com base em pesquisas metodologicamente fundamentadas, de forma geral, percebe-se que possuem uma compreensão da abrangência da ciência. Ainda que os alunos não tenham internalizado o conceito, admitem a importância da ciência em relação a tecnologia, ao desenvolvimento e que a ciência está presente no cotidiano das pessoas.

A metade dos participantes entendem que a produção do conhecimento científico é restrita à experimentação realizada em laboratórios. Por outro lado, um percentual elevado de alunos (83%) assume que a formulação científica pode conter opiniões subjetivas e especulativas.

De forma geral, os entrevistados percebem que a construção do conhecimento científico está ligada principalmente ao método dedutivo para analisar as informações e encontrar os resultados. 58,3% dos docentes discordam que, uma única experiência científica cujos resultados indicam hipóteses não comprovadas, pode invalidar uma teoria científica. Para 94,5% dos alunos, os cientistas devem testar as teorias para verificar a veracidade e/ou falsidade.

66,6% dos professores e 69,5% dos alunos concordam, totalmente ou em parte, que o conhecimento de senso comum pode ser transformado em conhecimento científico.

No que diz respeito ao conhecimento dos entrevistados acerca da ciência cidadã, apenas um aluno afirmou ter um conhecimento superficial. Os demais entrevistados desconhecem o termo, não sabem o que é e para que serve a ciência cidadã e nunca ouviram falar de nenhum projeto fundamentado nos princípios da ciência cidadã. Isso pode ser atribuído ao fato dos estudos relativos à ciência cidadã serem ainda incipientes e pouco difundidos no Brasil.

Todavia, 83,3% dos professores e 58,3% dos alunos consideram importante ou muito importante o envolvimento ativo de pessoas leigas em projetos científicos e na elaboração do conhecimento. Apesar de não saberem muito bem como e em quais etapas da pesquisa científica os leigos podem participar, os docentes e discentes reconhecem que a democratização do acesso à ciência pode ocorrer por meio do engajamento do público leigo na produção científica. Entendem que isso é relevante para o desenvolvimento da sociedade, vez que as práticas de ciência cidadã contribuem para o exercício da cidadania.

Cerca de 90% dos alunos e professores apoiam a divulgação científica para o público leigo e consideram importante o letramento científico.

Sobre os resíduos sólidos urbanos, 41,7% dos professores compreendem com clareza o que são RSU. 61,2% dos estudantes têm apenas uma noção geral ou pouca compreensão do que são os resíduos sólidos urbanos. Esse fato é preocupante porque, frequentemente, o desinteresse das pessoas pelos impactos socioambientais causados pelo lixo é devido a falta de conhecimento dos conceitos relacionados aos resíduos sólidos.

Apenas 8,3% dos docentes e 2,8% dos alunos concordam totalmente que a população do município de Formiga descarta os resíduos sólidos de maneira apropriada. Em vários pontos da cidade o lixo é descartado nas esquinas das vias públicas ou em terrenos baldios, sem atentar à coleta seletiva. Os alunos que foram entrevistados identificam que o entorno da escola Rodolfo Almeida não é muito limpo devido ao descarte incorreto do lixo pela população.

Para 91,7% dos alunos e 100% dos professores, o tratamento adequado do lixo contribui para o bem-estar físico e psicológico das pessoas. Por outro lado, existem alunos (8,3%) que ainda não compreendem o impacto que a gestão dos resíduos tem na qualidade de vida das pessoas.

Esses dados demonstram a necessidade de engajar os alunos em projetos voltados ao cuidado e preservação do meio ambiente, sobretudo o descarte correto do lixo.

Após a aplicação dos questionários e entrevistas, os dados coletados foram sistematizados servindo de base para a implantação de um projeto educacional na área de

resíduos sólidos. Os apêndices F e G apresentam a proposta didático-pedagógica fundamentada nos princípios da ciência cidadã para subsidiar a atuação dos docentes e participação voluntária dos discentes na área de resíduos sólidos urbanos, na cidade de Formiga-MG.

Podemos destacar que grande parte dos entrevistados possui uma compreensão limitada sobre a ciência e desconhecem as práticas de ciência cidadã e não tinham conhecimento sobre a possibilidade da participação de leigos em pesquisas científicas. Entretanto, reconhecem que a atuação de não cientistas em projetos científicos é fundamental para a difusão do conhecimento e desenvolvimento da sociedade.

Sendo assim, os instrumentos da comunicação pública da ciência são pertinentes para ampliar a visão dos leigos sobre ciência e ciência cidadã, visto que a difusão científica é capaz de aproximar e promover a interação entre pesquisadores e a população. Dessa forma, torna-se possível ao cidadão comum apropriar-se do conhecimento nas diversas áreas do saber.

Somando-se a isso a evidente necessidade da conscientização da população formiguense quanto ao descarte adequado do lixo, foi elaborada uma proposta didático-pedagógica fundamentada nos princípios da ciência cidadã para subsidiar a atuação dos docentes e participação voluntária dos discentes na área de resíduos sólidos urbanos, na cidade de Formiga-MG.

A proposta didático-pedagógica, produto técnico dessa dissertação, é composta pelo protocolo apresentado no Apêndice F e pela aula expositiva apresentada no Apêndice G.

O material didático apresenta o conceito, os princípios, os objetivos e as vantagens da ciência cidadã. Esclarece o que são resíduos sólidos urbanos e como a problemática do lixo acarreta consequências negativas para a sociedade e o meio ambiente. Ressalta-se ainda a importância da implementação de projetos de ciência cidadã nas escolas sobretudo na área de resíduos sólidos.

O produto técnico desenvolvido é uma ferramenta educacional pertinente e relevante que propicia aos professores e alunos se aproximarem da comunidade extraescolar e se envolverem com um problema social local, que é a gestão do lixo.

A implantação da proposta didática nas escolas como projeto educacional na área de RSU pode contribuir efetivamente para a formação científica dos alunos e a conscientização ambiental em relação a redução de lixo gerado e o descarte dos resíduos.

Uma vez que o estudo foi limitado a um grupo de doze professores e 36 alunos de uma escola pública do município de Formiga-MG, os resultados obtidos não podem ser generalizados. Entretanto, acredita-se que o estudo pode ser motivante no sentido de fomentar a participação da comunidade escolar nos problemas públicos, sobretudo na gestão do lixo e

cuidado com o meio ambiente, e auxiliar na conscientização dos adolescentes quanto ao exercício da cidadania científica.

Considerando que as pesquisas sobre ciência cidadã ainda são escassas no Brasil, esse estudo pode servir como aporte para novas pesquisas e servir de inspiração para a implementação de projetos de ciência cidadã na área de resíduos sólidos urbanos.

REFERÊNCIAS

- AETRAPP. Monitoramento cidadão de focos de mosquitos *Aedes*, transmissores de dengue, zika, chikungunya e febre amarela urbana. Comunidades gerando dados para o combate aos mosquitos. Disponível em: <<https://www.aetrapp.org/>>. Acesso em: 27 mar. 2020.
- AGÊNCIA BRASIL. Brasil é o 4º país que mais produz lixo no mundo, diz WWF. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2019-03/brasil-e-o-4o-pais-que-mais-produz-lixo-no-mundo-diz-wwf>>. Acesso em: 27 abr. 2020.
- AGUIAR, F. H. O.; BARRICHELLO, A.; MORANO, R. S.; AMADEU, M. V.; PONTES, T. C.; GATTO, T. A.; MELO, W. Comportamento de compra sustentável: qual o grau de influência de seus antecedentes? *South American Development Society Journal*, São Paulo, v.4, n. 10, p. 18-37, mar. 2018.
- AGUIAR, M. A. S.; SANTOS, M. M. C.; BARBOSA, M. B. C.; ALMEIDA, R. M. A percepção sobre os resíduos sólidos dos alunos de uma escola pública de ensino médio em Santarém, Pará, Brasil. **Revista Educação Ambiental em Ação**, n. 69, ano XVIII, set./nov. 2019. Disponível em <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3811>>. Acesso em: 27 abr. 2020.
- ALBAGLI, S. Ciência aberta em questão. *In*: ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L.; ABDO, A. H. (Org.). **Ciência aberta, questões abertas**. Brasília: Ibict; Rio de Janeiro: Unirio, 2015.
- ALMEIDA, T. P. Vamos falar de ciência cidadã?! *LimnoNews*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, fev./2019. Disponível em: <<https://limnonews.wordpress.com/2019/02/14/vamos-falar-de-ciencia-cidada/>>. Acesso em: 01 mar. 2021.
- ANDRADE, R. M.; FERREIRA, J. A. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza, v. 6, n.1, p. 7-22, mar. 2011.
- ANDRIATO, M. F.; CASTILHO, M. L. Análise da sustentabilidade de cooperativas de materiais recicláveis selecionadas: alternativas para o tratamento de resíduos sólidos urbanos. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, v. 42, e 51002, 2020.
- ARAÚJO, K. K.; PIMENTEL, A. K. A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros Vergel do Lago e Jatiúca em Maceió, Alagoas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 626 - 668, Florianópolis, 2016.

ARAÚJO, K. M. Por uma ciência democrática e cidadã. Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz, 2019. Disponível em: <<https://cee.fiocruz.br/?q=Por-uma-ciencia-democratica-e-cidad%C3%A3>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

ASCHER, M. Figuras do kolam. **Scientific American Brasil - Etnomatemática**, São Paulo: Duetto Editorial, n. 11, ed. Especial. p. 48-53, fev. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2018/2019. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 29 mar. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004: Resíduos sólidos. Rio de Janeiro-RJ, 2004.

ASSUNPÇÃO, L. S.; ALMEIDA, G. A. G.; ARAÚJO, E. A.; LOPES, N. P. G. Ciência cidadã nas escolas e a percepção das crianças em relação aos resíduos sólidos em seu entorno: um relato de experiência. **Revista da SBEnBio**, n.9, p. 528-539, VI Enebio e VIII Erebio Regional 3, 2016.

AZEVEDO, B. D.; SCAVARDA, L. F.; CAIADO, R. G. G. Urban solid waste management in developing countries from the sustainable supply chain management perspective: A case study of Brazil's largest slum. **Journal of Cleaner Production**, v. 233, p. 1377-1386, 2019.

BALLARD, H. L.; ROBINSON, L. D.; YOUNG, A. N.; PAULY, G. B.; HIGGINS, L. M.; JOHNSON, R. F.; TWEDDLE, J. C. Contributions to conservation outcomes by natural history museum-led citizen science: examining evidence and next steps. **Biological Conservation**, v. 208, Edição especial: SL, p. 87-97, 2017.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: um Guia para a iniciação científica**. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BARTA, J; E SHOCKEY, T. Uma cultura indígena impregnada de matemática. **Scientific American Brasil - Etnomatemática**, São Paulo: Duetto Editorial, n. 11, ed. Especial. p. 54-59, fev. 2005.

BENKLER, Y. **The Health of Networks**. How Social Production Transforms Markets and Freedom. Yale University Press, 2006.

BIBLIOTECA NACIONAL. As Conferências Populares da Glória. Disponível em: <<https://www.bn.gov.br/acontece/noticias/2020/05/conferencias-populares-gloria>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

BISPO, C. J. C.; SOUZA, H. E. N.; MONTEIRO, M. A. P.; SILVA, J. G. S.; MACHADO, K. G.; SILVA, R. C. Educação ambiental e o descarte irregular de resíduos sólidos urbanos na Amazônia. **Revbea**, São Paulo, v. 15, n. 7, p. 123-133, 2020.

BLUE CHANGE. Citizen Science Initiative. Bebeu Água. Projeto de Ciência Cidadã. Disponível em: <<https://bluechangeinitiative.wordpress.com/portfolio/bebeu-agua/>>. Acesso em: 06 maio/2021.

BLUE CHANGE. Citizen Science Initiative. Recreio Limpo Lab. Disponível em: <<https://bluechangeinitiative.wordpress.com/portfolio/recreio-limpo-lab/>>. Acesso em: 07 nov. 2021.

BONNEY, R. Citizen science: A Lab Tradition. *Living Bird* 15: 7–15, 1996.

BONNEY, R., COOPER, C. B., DICKSON, J., KELLING, S., PHILLIPS, T., ROSENBERG, K. V.; SHIRK, J. Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. **BioScience**, v. 59, n. 1, p. 977–984, 2009.

BONNEY, R.; SHIRK, J. L.; PHILLIPS, T. B.; WIGGINS, A.; BALLARD, H. L.; MILLER-RUSHING, A. J.; PARRISH, J. K. Next Steps for Citizen Science. **SCIENCE**, v. 343, p.1436-1437, mar. 2014. Disponível em: <<http://www.monitoringmatters.org/articles/Science-2014-Bonney-1436-7.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2020.

BONNEY, R.; PHILLIPS, T. B.; BALLARD, H. L.; ENCK, J. W. Can citizen science enhance public understanding of science? **Public Understanding of Science**, v. 25(1), p. 2-16, 2016.

BRANDÃO, Elizabeth Pazito. **Usos e Significados do Conceito Comunicação Pública**. VI Encontro dos Núcleos de Pesquisa da Intercom, 2006.

BRANDÃO, E. P. Conceito de comunicação pública. In: DUARTE, J. (Org.). **Comunicação Pública: estado, mercado, sociedade e interesse público**. ed. 2. São Paulo: Atlas, 2009.

BRASI, M.; TESCH, R.; ANDRADE, E.; PEREIRA, L. A. Análise de um sistema de coleta de dados voltado ao gerenciamento de resíduos sólidos: projeto Piaya. **Revista Científica Interdisciplinar Interlogos**, v. 6, n. 1, p. 92-101, 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2014.

BRASIL. Consumo sustentável: Manual de educação. Brasília: Consumers International/MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p. Disponível em: <<https://idec.org.br/file/22484/download?token=dexNzCBC>>.

BRASIL, ENAP. Pierre Zémor fala sobre comunicação pública na ENAP. **Revista do Serviço Público**, v. 60, n. 2, p. 197-200, abr./jun. 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília: Congresso Nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 21 jul. 2020.

BROEDER, L. D.; DEVILEE, J.; OERS, H. V.; SCHUIT, A. J.; WAGEMAKERS, A. Citizen science for public health. **Health Promotion International**, v. 33, Issue 3, p. 505–514, dec. 2016.

BRYDES DO BRASIL. Programa de pesquisa participativa. Disponível em: <<http://www.brydesdobrasil.com.br/>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

- BUENO, C. Envolver não cientistas em pesquisas pode apoiar a aprendizagem e o engajamento do público com a ciência. **Ciência e Cultura**. v.71 n.1, São Paulo, jan./mar. 2019. Disponível em:
<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252019000100006&lng=pt&tlng=pt>.
- BULFINCH, T. **O livro de ouro da mitologia**: histórias de deuses e heróis. Tradução de David Jardim Júnior. 26. ed. Rio de Janeiro: Ediouro Publicações, 2002, 419 p.
- BUSH, V. **Science: the endless frontier**. National Science Foundation, Washington D. C., 1945.
- CALADO, H. R. Joanelhas dos Açores: um projeto de ciência cidadã na região. **UAciência**, p. 28-29, jul. 2019. Disponível em:
<https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/5467/1/UAciencia_2019JUL14.pdf>.
- CAMPOS, L. T. P.; FONSECA, G. C.; ANDRADE, T. M. G.; GONÇALVES, M. P.; RIBEIRO, A. M. Divulgação científica e o Projeto Momento Ciência: o contato de jovens com a ciência. *Revista Participação*, Brasília, n. 31, p. 40-53, nov. 2018.
- CAPPA, F.; LAUT, J.; NOV, O.; GIUSTINIANO, L.; PORFIRI, M. Activating social strategies: face-to-face interaction in technology-mediated citizen science. **Journal of Environmental Management**, v.182, p. 374-384, nov. 2016.
- CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010, 305p.
- CASTRO, Y. B.; SOUZA, V. C. O.; VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C. Solução tecnológica para promover a ciência cidadã no mapeamento de áreas cafeeiras em Minas Gerais. In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 2017, Santos. Anais XVIII do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São Paulo, maio 2017, p. 5636 - 5643.
- CENTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURAL. CDCC. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://cdcc.usp.br/sobre/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.
- CHAGAS, G. M. O.; OLIVEIRA, V. M.; CORREIA, S. E. N. Comportamento de consumo de produtos com apelo ecológico: um levantamento com os alunos da UFCG/PB. **REUNA**, Belo Horizonte, v.24, n.4, p. 65-83, out./ dez. 2019.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução Raul Fiker, São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CHANDLER, M.; SEE, L. COPAS, K.; BONDE, A. M. Z.; LOPEZ, B. C.; DANIELSEN, F.; LEGIND, J. K. ; MASINDE, S. ; MILLER-RUSHING, A. J.; NEWMAN, G.; ROSEMARTIN, A. ; TURAK, E. Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. **Biological Conservation**, v. 213, Edição especial: SI, p. 280-294.
- CHRISTIANO, T. Democracy. Stanford Encyclopedia of Philosophy Archive, 2015. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2015/entries/democracy/#Bib>>. Acesso em: 14 jun. 2020.
- CIÊNCIA HOJE. História. Disponível em: <<https://cienciahoje.org.br/instituto/historia/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

CITIZEN SENSE. Air Quality Egg and the Makers. 2013. Disponível em:
< <https://citizensense.net/air-quality-egg/>>

COHN, J. P. Citizen Science: can volunteers do real research? **BioScience**, v. 58, Issue 3, mar. 2008, p 192–197.

COLLABORATIVE ENGAGEMENT ON SOCIETAL ISSUES – COESO. Disponível em:
<<https://coeso.hypotheses.org/>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

COOPERATIVE OBSERVER PROGRAM (COOP). Disponível em:
< <https://www.weather.gov/coop/overview>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

CORRÊA, L. Achegas à História do oeste de Minas. Belo Horizonte, 1995.

COSTA, A. P. C.; COSTA, M. E. L.; GOMES, L. N. L.; MINOTI, R. T. Ciência cidadã aplicada ao monitoramento hídrico de qualidade da água na bacia hidrográfica do Ribeirão Rodeador/DF. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, XIV SISBESA, 2018.

COSTA, J. R. V. **Comunicação de interesse público**: ideias que movem pessoas e fazem um mundo melhor. São Paulo: Jaboticaba, 2006.

D’AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática**: Arte ou técnica de explicar e conhecer. São Paulo: Editora Ática, 1990.

D’AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática**: Elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

DICKINSON, J.; ZUCKERBERG, B.; BONTER, D. Citizen Science as na Ecological Research Tool. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 41, n. 1, p. 149-172, 2010.

DOMITE, M. C. S. Quando a etnomatemática entra em ação. **Scientific American Brasil - Etnomatemática**, São Paulo: Duetto Editorial, n. 11, ed. Especial. p. 80-84, fev. 2005.

DUARTE, Jorge (Org.) **Comunicação pública**: estado, governo, mercado, sociedade e interesse público. São Paulo: Atlas, 2007.

ECOLOGIA E AÇÃO. ECOA. Disponível em: < <https://ecoa.org.br/ecoa-institucional/>>. Acesso em 27 mar. 2020.

EGLASH, R. Fractais africanos. **Scientific American Brasil - Etnomatemática**, São Paulo: Duetto Editorial, n. 11, ed. Especial. p. 66-67, fev. 2005.

ÉPOCA NEGÓCIOS. Quem mais gera lixo no mundo, e quem mais sofre com o problema. Editora Globo, out. 2018. Disponível em:
<<https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2018/10/quem-mais-gera-lixo-no-mundo-e-quem-mais-sofre-com-o-problema.html>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

ESCOBAR, H. Jovens defendem a ciência, mas desconhecem produção científica do País. *Jornal da USP*. 2019. Disponível em: < <https://jornal.usp.br/universidade/politicas-cientificas/jovens-defendem-a-ciencia-mas-desconhecem-producao-cientifica-do-pais/>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

ESPAÇO CIÊNCIA VIVA. Disponível em: <<http://cienciaviva.org.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

EUROPEAN COMMISSION. Social values, Science and Technology. Special Eurobarometer, jun. 2005.

EUROPEAN COMMISSION. White paper on citizen Science for europeu, 2010.

EUROPEAN CITIZEN SCIENCE ASSOCIATION. ECSA. Ten principles of citizen science, 2015. Disponível em: <https://ecsa.citizen-science.net/sites/default/files/ecsa_ten_principles_of_citizen_science.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

EXOSS CITIZEN SCIENCE PROJECT. Monitoramento de meteoros. Disponível em: <<http://press.exoss.org/projetos/>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. 5.ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 209 p.

FAN, F.; CHEN, S. L. Citizen, Science, and Citizen Science. **East Asian Science, Technology and Society**, v. 13 (2), p. 181-193, jun. 2019.

FERNANDES, J. L. Perspectivas sobre os discursos da divulgação da ciência. **Exedra**, número especial, p. 93-106, 2011.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. Tradução: Cezar Augusto Morari. São Paulo: UNESP, 2007, p. 376.

FONOTROPICA. Bioacústica em tempos de coronavírus. Disponível em: <<http://fonotropica.ufba.br/bioacustica-em-tempos-de-coronavirus.php>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

FONTES, A.; SOUSA, J. Construção cidadã em contexto escolar: contributos do projeto de voluntariado “Dá de ti”. In. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO (SIMEDUC), 2021. Anais do X Simpósio Internacional de Educação e Comunicação. Aracaju, mar. 2021.

FRANCELIN, L. P. O ensino de geografia e a educação ambiental: um estudo de caso com resíduos sólidos urbanos em Bauru (SP). 2015. Tese de doutorado em Geografia, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GALLIANO, A. G. **O Método Científico: Teoria e Prática**. São Paulo: Harbra, 1979.

GERMANO, M. G. **Uma nova ciência para um novo senso comum**. 21. ed. Campina Grande: EDUEPB, 2011, 400 P.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIRALDO, O. **Ecología política de la agricultura**. Agroecología y posdesarrollo. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur, 2018.

GLOSSÁRIO DE COMUNICAÇÃO PÚBLICA [livro eletrônico] / Jorge Duarte, Paulo Nassar, Lincoln Macário Maia, (org.). São Paulo: ABERJE: ABCPública, 2020.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas Possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GUERRINI, C. J.; MAJUMDER, M. A.; Lewellyn, M. J.; McGuire, A. L. Citizen science, public policy. **Science**, v. 361, Issue 6398, p. 134-136, jul. 2018.

GREENEMEIER, L. Scientists scanning our solar system need your help to find asteroids for the exploration of their mineral properties. **Citizen Science**, nov. 2014. Disponível em: <<https://www.scientificamerican.com/citizen-science/zooniverse-asteroid-zoo/>>.

GUTIERREZ, G. L.; ALMEIDA, M. A. B. Teoria da Ação Comunicativa (Habermas): estrutura, fundamentos e implicações do modelo. **Veritas**, Porto Alegre, v. 58, n. 01, p. 151-173, jan./abr. 2013.

HABERMAS, J. **Teoria de la acción comunicativa II**: crítica de la razón funcionalista. Tradución de Manuel Jiménez Redondo. Madrid, Taurus, 1987, p. 618.

HABERMAS, J. Direito e democracia: entre facticidade e validade. Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, ed. 2, vol. II, 1997.

HAYOOD, B. K.; PARRISH, J. K.; DOLLIVER, J. Place-based and data-rich citizen science as a precursor for conservation action. **Conservation Biology**, v. 30, n. 3, p.476-486, jun. 2016.

HELDER, R. R. **Como fazer análise documental**. Porto, Universidade de Algarve, 2006.

HIDALGO-RUZ, V.; THIEL, M. Distribution and abundance of small plastic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): A study supported by a citizen science project. *Marine Environmental Research*, 2013. Disponível em: <http://cientificosdelabasura.sede.ucn.cl/docs/publicaciones/2_hidalgoruz_thiel.pdf>

HOURCADE, V. Processos abertos na prática científica. **Ciência e Cultura**, v.65, n.4, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252013000400007>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/formiga/panorama>>. Acesso em: 21 out. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Censo Escolar/**INEP** 2018. Disponível em: <<https://www.qedu.org.br/escola/149960-ee-rodolfo-almeida/sobre>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

IRWIN, A. **Citizen Science**: a study of people, expertise and sustainable development. London and New York: Routledge, 1995.

IRWIN, A. Constructing the scientific citizen: science and democracy in the biosciences. **Public understanding of Science**, v.10, Issue 1, 2001.

JERRET, M.; DONAIRE-GONZALEZ, D.; POPOOLA, O.; JONES, R.; COHEN, R. C.; ALMANZA, E.; NAZELLE, A.; MEAD, I.; CARRASCO-TURIGAS, G.; COLE-HUNTER, T.; TRIGUERO-MAS, M.; SETO, E. Validating novel air pollution sensors to improve exposure estimates for epidemiological analyses and citizen Science. **Environmental Research**, v. 158, p. 286-294, 2017.

JOHNSTON, A. *et al.* Estimates of observer expertise improve species distributions from citizen science data. **Methods in Ecology and Evolution**, London, v. 9, n. 1, p. 88-97, 2018.

JORNAL BRASILEIRO DE PATOLOGIA E MEDICINA LABORATORIAL.
vol.45 no.2 Rio de Janeiro Apr. 2009. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1676-244420090002&lng=en&nrm=iso>

KATZ, J. S.; MARTIN, B. R. What is research collaboration? **Research Policy**, Amsterdam, n. 26, p. 1-18, 1997.

KOBORI, H. ; DICKINSON, J. L. ; WASHITANI, I. ; SAKURAI, R.; AMANO, T. ; KOMATSU, N. ; KITAMURA, W. ; TAKAGAWA, S.; KOYAMA, K. ; OGAWARA, T. ; MILLER-RUSHING, A. J. Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation. **Ecological Research**, v. 31, n. 1, p. 1-19, 2016.

KOÇOUSKI, M. Comunicação pública: construindo um conceito. In Matos, H. (org.), **Comunicação pública: interlocuções, interlocutores e perspectivas**. São Paulo: ECA/USP, ed. 21, 2012, p. 71-96.

KOSMALA, M.; WIGGINS, A.; SWANSON, A.; SIMMONS, B. Assessing data quality in citizen Science. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, ed. 1, p. 551-560, dez. 2016.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões sobre ciências e sobre o cientista entre estudantes do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 15, p. 11-18, 2002.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.

KULLENBERG, C.; KASPEROWSKI, D. What Is Citizen Science? A Scientometric Meta-Analysis. **Plos One**, v. 11, ed. 1, jan. 2016.

LAKATOS, I. **Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica**. Tradução de Emília Picado Tavares Marinho Mendes. Edições 70, 1999.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LAND-ZANDSTRA, A. M.; DEVILEE, J. L. A.; SNIK, F.; BUURMEIJER, F. Citizen science on a smartphone: participants motivations and learning. **Public Understanding of Science**, v. 25, ed. 1, p. 45-60, jan. 2016.

LEARNING THROUGH CITIZEN SCIENCES DA NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES – Engineering- Medicine. In www.nap.edu.

<<https://www.nap.edu/catalog/25183/learning-through-citizen-science-enhancing-opportunities-by-design>>

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A história das leis de Mendel na perspectiva Fleckiana. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.1, n.2, maio-ago, 2001. Disponível em:

<<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4175>>.

LEWENSTEIN, B. V. Models of Public Understanding: The Politics of Public Engagement. *ArtefaCToS*, v. 3, n. 1, p. 13-29, dez. 2010. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/231582161_Modelos_de_compreension_publica_la_politica_de_la_participacion_publica_Models_of_Public_Understanding_The_Politics_of_Public_Engagement>. Acesso em: 27 maio 2021.

LIEDTKE, P.; CURTINOVI, J. Comunicação pública no Brasil: passado, presente e futuro.

Revista Comunicação Pública, v. 11, n. 20, p. 1-12, 2016. Disponível em:

<<https://journals.openedition.org/cp/1171>>. Acesso em: 25 maio 2021.

LONGO, G. O falsificacionismo como proposta metodológica em Popper. **Revista Filosofazer**. Passo Fundo, n. 49, p. 73-101, jul./dez. 2016.

LOPES, B. P. O que os jovens pensam (e sabem) sobre ciência e tecnologia. Blog do Profissão Biotec. 2019. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/o-que-os-jovens-pensam-sobre-ciencia/>>. Acesso em: 04 nov. 2019.

LOPES, N. P. G. Ciência Cidadã. Disponível em:

<<http://professor.ufabc.edu.br/~natalia.lopes/cienciacidadada/>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

LOPES, N. P. G.; KAWABE, L. A.; VENÂNCIO, R. Relato de experiência do curso de extensão “ciência cidadã nas escolas” (PROEC – UFABC). **Revista da SBEnBio**, n. 9, VI Enebio e VIII Erebio Regional, 2016.

LORONO-LETURIONDO, M.; DAVIES, S. R. Responsibility and science communication: scientists' experiences of and perspectives on public communication activities. **Journal of Responsible Innovation**, v. 5, n. 2, p. 170-185, 2018.

LUÍS, C.; MONTEIRO, A.; CARTAXANA, A.; BOAVENTURA, D.; NEVES, A. T.; SANTOS, J. PEREIRA, P. C.; CALDEIRA, M. F.; CARVALHO, A. P. Educar para a preservação e sustentabilidade dos ecossistemas marinhos através da ciência cidadã. **Ciência-IUL**, 2018.

LUZÓN, M. J. Public Communication of Science in Blogs Recontextualizing Scientific Discourse for a Diversified Audience. **Written communication**, v. 30, n. 4, p. 428-457, 2013.

MAINIERI, T.; RIBEIRO, E. M. A. O. A comunicação pública como processo para o exercício da cidadania: o papel das mídias sociais na sociedade democrática. **Organicom**, ano 8, n. 14, p. 49-61, 2011.

MAISTRELLO, L.; DIOLI, P.; BARISELLI, M.; MAZZOLI, G.; GIACALONE-FORINI, I. Citizen science and early detection of invasive species: phenology of first occurrences of

Halyomorpha halys in Southern Europe. **Biological Invasions**, v. 18, n. 11, p. 3109-3116, nov. 2016.

MAMEDE, S.; BENITES, M.; ALHO, C. J. R. Ciência cidadã e sua contribuição na proteção e conservação da biodiversidade na reserva da biosfera do Pantanal. **RevBEA**, São Paulo, v.12, n. 4, p. 153-164, 2017.

MANGUEL, A. **Uma história natural da curiosidade** 1a ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

MANSO, B. L. C. A comunicação pública da ciência à luz da ciência aberta: repensando o cidadão como sujeito informacional. In.: XVI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO. XVI ENANCIB. João Pessoa, 26-30 out. 2015. Disponível em: < <http://repositorios.questoesemrede.uff.br/repositorios/handle/123456789/2897>>. Acesso em 15 jun. 2021.

MARQUES, A. C. S. Os meios de comunicação na esfera pública: novas perspectivas para as articulações entre diferentes arenas e atores. **Líbero**, v. 11, n 21, p. 23-36, jun. 2008.

MARQUES, A. MAFRA, R. MARTINO, L. M. S. Um outro olhar sobre a comunicação pública: a constituição discursiva de sujeitos políticos no âmbito das organizações. **Revista Dispositiva**, PUC Minas, v. 6, n. 9, p. 76-92, 2017.

MARTINS, I. P. Ciência e Cidadania: perspectivas de educação em ciência. In. ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2011. Anais do IV Encontro Nacional de Educação em Ciências: Educação em Ciências para o trabalho, o lazer e a cidadania. Braga, 2011.

MARTINS, M. H. F. **O valor da Ciência**. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

MARTINS, T. M. Projeto Feirão do João: integrando escola e comunidade. **Revista Insignare Scientia**, v. 2, n. 3, p. 294-302. Edição Especial: Ciclos Formativos em Ensino de Ciências, 2019.

MASSARINI, L. Comunicação da ciência e apropriação social da ciência: algumas reflexões sobre o caso do Brasil. **Uni-pluri/versidad**, v. 12, n. 3, p. 92-100, 2012.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. Em: Massarani, L.; Moreira, I. C.; Brito, F. (Orgs.). **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência/UFRJ, 2002.

MATOS, H. Desafios da comunicação pública no processo de democratização no Brasil. **Revista Comunicações e Artes**, v. 17, n. 30, p. 22-30, 1997.

MATOS, H. Comunicação pública, democracia e cidadania: o caso do legislativo. **Líbero**, Faculdade Cásper Líbero, a. II, n. 3-4, p. 32-37, 1999.

MATOS, H. H. G. Comunicação política e comunicação pública. *Organicom*, ano 3, n. 4, p. 59-73, 2006.

MATOS, H. Comunicação pública, esfera pública e capital social. In: DUARTE, Jorge (Org.). **Comunicação pública: estado, mercado, sociedade e interesse público**. São Paulo: Atlas, 2007.

MCKINLEY, D. C. ; MILLER-RUSHING, A. J.; BALLARD, H. L.; BONNEY, R. ; BROWN, H.; COOK-PATTON, S.C.; EVANS, D. M.; FRENCH, R. A.; PARRISH, J. K.; PHILLIPS, T. B.; RYAN, S. F.; SHANLEY, L. A.; SHIRK, J. L.; STEPENUCK, K. F.; WELTZIN, J. F.; WIGGINS, A.; BOYLE, O. D.; BRIGGS, R. D.; CHAPIN, S. F.; HEWITT, D. A.; PREUSS, P. W.; SOUKUP, M. A. Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. **Biological Conservation**, v. 208, Edição especial: SI, p. 15-28, 2017.

MELO, M. R. S.; GUEDES, N. M. R. Instituto Arara Azul: integrando conservação, ciência cidadã e turismo sustentável. X Seminário de Iniciação Científica, I Seminário de Pesquisa e Pós-Graduação Stricto Sensu, ago. 2019.

MORA, M. D. S. NESTOR, A. P. M. The role of public science communication on scientific culture: approaches to its evaluation. **Revista Eureka Sobre Ensenanza Y Divulgacion De Las Ciencias**, v. 16, n. 01, 2019.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016, p. 288.

MOVIMENTO CIÊNCIA CIDADÃ. Manifesto pela ciência cidadã, 2020. Disponível em: <<http://movimentocienciacidada.org>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

NELMS, S. E.; COOMBES, C.; FOSTER, L. C.; GALLOWAY, T. S.; GODLEY, B. J.; LINDEQUE, P. K.; WITT, M. J. Marine anthropogenic litter on british beaches: a 10-year nationwide assessment using citizen science data. **Science of the Total Environment**, v. 579, p. 1399-1409, feb. 2017.

OBSERVATÓRIO DE COMUNICAÇÃO PÚBLICA DA CIÊNCIA. Pensar a educação, pensar o Brasil. Disponível em: < <http://pensaraeducacao.com.br/observatorio/sobre-obcopp/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

OLIVEIRA, M. A. S.; MIRANDA, M. G. Lixo e os problemas ambientais. **LexCult**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 125-146, mai./ago. 2019.

OLIVEIRA, A. M.; OLIVEIRA, G. G. S.; OLIVEIRA, A. L. A. R. M. Conhecimento e Subjetividade nas Ciências Humanas e Sociais: implicações para o campo da educação. **Revista TOMO**, p. 144-168, jun. 2012.

OTHMAN, M.; CORMIER, M.; BARNES, G. D.; COMER, S. P.; CONNORS, J. M.; DENORME, F.; KHORANA, A. A.; CASAS, P. H. L. Harnessing Twitter to empower scientific engagement and communication: The ISTH 2020 virtual congress experience. **Research and Practice in Thrombosis and Haemostasis**, v. 5, n. 2, p. 253-260, 2021.

PALMA, D. A. Monitoramento de qualidade da água com o enfoque ciência cidadã: estudo de cem Brasilândia. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016, 76p.

PALMER, J. R. B.; OLTRA, A.; COLLANTES, F.; DELGADO, J. A.; LUCIENTES, J.; DELACOUR, S.; BENGUA, M.; ERITJA, R.; BARTUMEUS, F. Citizen science provides a

reliable and scalable tool to track disease-carrying mosquitoes. **Nature Communications**, v. 8, n.916, 2017.

PENA, S. D. Ciência e democracia. Folha de São Paulo, jul. 2020. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/opiniaio/2020/07/ciencia-edemocracia.shtml>>. Acesso em 03 ago. 2020.

PINHEIRO, L. V. R.; CHALHUB, T. Da ciência aberta à ciência cidadã: ampliando perspectivas de inclusão educacional de surdos no Brasil. E-prints in Library & Information Science, 2019.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO. **PMSB**, 2016. Disponível em: <http://www.formiga.mg.gov.br/arquivos/recursos_humanos/versofinalvolumei.pdf>

POINCARÉ, H. **O valor da ciência**. Editora Contraponto. Edição 2ª ed. 1995. 4ª REIMPRESSÃO, 2011.

PONCIANO, L. Estímulo à curiosidade e envolvimento com a pesquisa científica: Comunidade é chamada a participar de projetos científicos pela PUC Minas. Estado de Minas Educação, 2019. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/2019/07/29/internas_educacao,1073208/envolvimento-com-pesquisa.shtml>. Acesso em: 24 mar. 2020.

PONCIANO, L. Ciência ao alcance de todos. **Revista PUC Minas**, Belo Horizonte, n. 19, 2019. Disponível em: <<http://www.revista.pucminas.br/materia/ciencia-ao-alcance-de-todos-2/>>. Acesso em 03 nov. 2021.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. Tradução de Leônidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 2007, 567 p.

PORTAL DO GOVERNO. Pró-Reitoria de Pesquisa da USP incentiva projetos de ciência cidadã. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/pro-reitoria-de-pesquisa-da-usp-incentiva-projetos-de-ciencia-cidada/>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, Aveiro, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORMIGA. Disponível em: <<https://www.formiga.mg.gov.br/>>. Acesso em: 29 mar. 2020.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ASSENTAMENTOS HUMANOS. ONU-HABITAT. Humanidade produz mais de 2 bilhões de toneladas de lixo por ano, diz ONU em dia mundial. Nações Unidas Brasil, 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/humanidade-produz-mais-de-2-bilhoes-de-toneladas-de-lixo-por-ano-diz-onu-em-dia-mundial/>>. Acesso em: 27 abr. 2020.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. PNUD BRASIL. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2020. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

PROJETO POLÍTICO-PEDAGÓGICO. PPP – ESCOLA ESTADUAL RODOLFO ALMEIDA. 2020.

REBOUCAS, F. Ciência Cidadã – Pense Green. Gazeta Brazilian News, 2013. Disponível em: <<http://gazanews.com/ciencia-cidada-pense-green/>>. Acesso em: 12 jun. 2020.

QUEIROZ, B. V. C. Ciência cidadã para além da coleta de dados. Com Ciência. Revista eletrônica de jornalismo científico. 2020. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/ciencia-cidada-para-alem-da-coleta-de-dados/>>. Acesso em 01 nov. 2021.

REDE MINEIRA DE COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA. RMCC. Disponível em: <<https://redemineiradecomunicacaocientifica.wordpress.com/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

REIS, L.T.; SILVA, R. C.; SOARES, R. M. Estudantes diante da Problemática dos resíduos sólidos urbanos: uma investigação em um Curso Técnico em Meio Ambiente. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v.12, n.2, p. 13-30, ago. 2019.

RIBEIRO, C. A.; CARVALHO, F.; SILVA, N. Ciência cidadã na promoção da biodiversidade. **Ambientalmente Sustentável**: Revista científica galego-lusófona de educación ambiental, v. 1, n.23-24, p. 187-191, 2017.

ROCHA, L. M. P. Os cientistas e a ciência cidadã: um estudo exploratório sobre a visão dos pesquisadores profissionais na experiência brasileira. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.

RODRIGUES, A. C.; FERRONATO, M. Z. Breve discussão sobre os métodos científico, dedutivo, indutivo e hipotético-dedutivo. Revista Partes. São Paulo, dez. 2010. Disponível em: <<https://www.partes.com.br/2010/12/01/breve-discussao-sobre-os-metodos-cientifico-dedutivo-indutivo-e-hipotetico-dedutivo/>>. Acesso em: 27 out. 2021.

ROSA, M. V. P. C.; ARNOLDI, M. A. G. C. **A Entrevista na Pesquisa Qualitativa**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

RUMENOS, N. N.; FACIOLLA, L. S. A ciência cidadã e suas contribuições para a educação. Clube da mata: Formação de guias da natureza, Botucatu: Cultura Acadêmica, 2019.

RUMENOS, N. N.; SPAZZIANI, M. L. Ciência cidadã e educação ambiental: cursos de formação e estímulo ao voluntariado em um parque nacional. **Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental**, Rio Grande, v. 37, n. 1, p. 127-144, jan/abr. 2020.

SANTOS, B. S. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro: Graal, 1989.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2008, p. 92.

SANTOS, A. C. O.; ALMEIDA, D. R. B.; CREPALDI, T. A. A. T. Comunicação pública e divulgação científica em tempos de Covid-19: ações desenvolvidas na Universidade Federal de Uberlândia – Brasil. Revista Española de Comunicación en Salud, v. 01, p. 279-292, 2020.

SANTOS, A. P. G.; OLIVEIRA, A. S.; OLIVEIRA, V. J. S. Uso e eficácia da erva cidreira, um comparativo entre conhecimento científico e senso comum: metassíntese. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, Campina Grande, v. 14., n. 2, abr/jun. 2018.

SAVE BRASIL. Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://savebrasil.org.br/cidadao-cientista-1>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

SCHULTE, J. The COESO Project. OPERAS. Disponível em:
< <https://operas.hypotheses.org/4493>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

SCIENCE. Persuasive words are not enough. Editorial, Science, v. 368, Issue 6498, p. 1405, jun. 2020. Disponível em: < <https://science.sciencemag.org/>>. Acesso em: 05 ago. 2020.

SEIXAS, P. C.; DIAS, R. C.; PEREIRA, P. Uma cidade boa para viver: planejamento cultural e ciência cidadã no desenvolvimento urbano sustentável. **A Obra Nasce**: Revista de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Fernando Pessoa, n. 12, p.9-25, dez. 2017.

SILVA, A. *et al.* **Sociologia em movimento**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016, p. 398.

SILVA, D. R.; SANTOS, A. P. P.; SILVA, L. B.; GLORIA, L. P. A gestão de resíduos sólidos vista a partir da produção científica. **Revista Cereus**, v. 12, n.1, p. 106-116, 2020.

SILVA, D.; LOPES, E. L.; BRAGA JUNIOR, S. S. Pesquisa quantitativa: elementos, paradigmas e definições. **Revista de gestão e secretariado**, v. 5, n. 1, p. 01-18, jan./abr 2014.

SILVA, F. E. R.; RODRIGUES, L. B.; PINHO, A. P. M. Motivação para atuação no voluntariado: estudo de caso em uma organização não-governamental. **Revista Eletrônica Gestão & Sociedade**, v.14, n. 40, p. 3923-3952, set./dez. 2020.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. SIBBR. Disponível em:
< <https://www.sibbr.gov.br/cienciacidade/projetos.html>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

SISTEMA URUBU. Disponível em: < <https://sistemaurubu.com.br/>>. Acesso em: 05 maio. 2021.

SOARES, M. D.; SANTOS, R. D. C. Ciência Cidadã: o envolvimento popular em atividades científicas. **Revista Ciência Hoje**, v. 47, p. 38-43, 2011. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/236952978_Ciencia_Cidada_o_envolvimento_popular_em_atividades_cientificas>. Acesso em: 12/06/2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. SBPC. Disponível em:
<<http://portal.sbpcnet.org.br/a-sbpc/quem-somos/>>. Acesso em 16 jun. 2021.

SOCIENTIZE. Project SOCIENTIZE announces White Paper on Citizen Science at their final conference, 2014. Disponível em: < <https://translate.google.com/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/project-socientize-announces-white-paper-citizen-science-their-final-conference&prev=search>>. Acesso em 13 jun. 2020.

SONNENWALD, D. H. Scientific Collaboration. **Annual Review of Information Science and Technology**, New York, v. 42, n. 1, p. 643-681, 2008.

SOUZA, L. Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano. Agência Brasil. São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano>>. Acesso em: 29 mar. 2020.

STEKOLSCHIK, G.; DRAGHI, C.; ADASZKO, D.; GALLARDO, S. Does the public communication of science influence scientific vocation? Results of a national survey. **Public Understanding of Science**, v. 19, n. 5, p. 625-637, set. 2010.

STEWART, I. Mosaicos e origami. **Scientific American Brasil - Etnomatemática**, São Paulo: Duetto Editorial, n. 11, ed. Especial. p. 78-79, fev. 2005.

STRASSER, B. J.; BAUDRY, J.; MAHR, D.; SANCHEZ, G.; TANCOIGNE, E. “Citizen science”? Rethinking Science and Public Participation. **Science & Technology Studies**, v. 32, 2, p. 52-76, may 2019.

SWANSON, A.; KOSMALA, M.; LONTOTT, C.; PACKER, C. A generalized approach for producing, quantifying, and validating citizen science data from wildlife images. **Conservation Biology**, 30, n. 3, p. 520-531, jun. 2016.

TAVARES, J. C. L. **Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos da cidade de Maceió - Al.** 2008. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia, Maceió.

TAVARES, R. C.; SILVEIRA, J. L.; CUNHA, J. A. R. Caracterização e impacto: programa municipal de coleta seletiva de lixo do município de Formiga/MG. Brasil Escola, 2015. Disponível em: < <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/biologia/caracterizacao-impacto-programa-municipal-coleta-seletiva-lixo-municipio-formiga-mg.htm>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

TRUJILLO FERRARI, A. **Metodologia da ciência**. 3. ed. Rio de Janeiro: Kennedy, 1974. 248p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Portal UFLA. Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas lançou hotsite do Sistema Urubu. Disponível em: <<https://ufla.br/arquivo-de-noticias/7761-centro-brasileiro-de-ecologia-de-estradas-lancou-hotsite-do-sistema-urubu>>. Acesso em: 05 maio. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Portal UFLA. Comunicação pública da ciência foi tema de minicurso para núcleos de estudos da UFLA. 2018. Disponível em: < <https://ufla.br/noticias/extensao/12382-comunicacao-publica-da-ciencia-foi-tema-de-minicurso-para-nucleos-de-estudos-da-ufla>>. Acesso em 16 jun. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Portal UFLA. Comunicação Pública da Ciência será tema de tópicos especiais na pós-graduação: disciplina aberta a doutorandos de todos os cursos. 2020. Disponível em: < <https://ufla.br/noticias/ensino/14073-comunicacao-publica-da-ciencia-sera-tema-de-topicos-especiais-na-pos-graduacao-disciplina-aberta-a-doutorandos-de-todos-os-cursos>>. Acesso em 16 jun. 2021.

ÚLTIMAS NOTÍCIAS. População descarta lixo de forma irregular em vários bairros de Formiga. Jan. 2019. Disponível em: <<https://www.ultimasnoticias.inf.br/noticia/populacao-descarta-lixo-de-forma-irregular-em-varios-bairros-de-formiga/>>. Acesso em: 02 abr. 2020.

VANZINI, K. V. S. Comunicação pública científica e modelos de comunicação pública da ciência e a contribuição à cidadania. In: X Conferência Brasileira de Mídia Cidadã e V Conferência Sul-Americana de Mídia Cidadã. UNESP, FAAC, Bauru/São Paulo: ABPCOM, p. 22-24, 2015.

VELHO, L. Conceitos de ciência e a política científica, tecnológica e de inovação. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 13, n. 26, p. 128-153, jan./abr. 2011.

WEAVER, W. Science and the Citizen. **Source: Science**, New Series, v. 126, n. 3285, p. 1225-1229, Dec. 1957

WERTHEIN, J.; CUNHA, C. **Ensino de ciências e desenvolvimento**: o que pensam os cientistas. 2. ed. Brasília: UNESCO, Instituto Sangari, 2009, 276 p.

WOOLLEY, J. P.; MCGOWAN, M. L.; TEARE, H. J. A.; COATHUP, V.; FISHMAN, J. R.; SETTERSTEN, R. A.; STERCKX, S.; KAYE, J.; JUENGST, E. T. Citizen science or scientific citizenship? Disentangling the uses of public engagement rhetoric in national research initiatives. **BMC Medical Ethics**, v.17, n. 33, jun. 2016.

WORLD BANK GROUP. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. 2018. Disponível em:
<<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

APÊNDICE A – COMPILADO DOS ARTIGOS INTERNACIONAIS SOBRE CIÊNCIA CIDADÃ

Título do Artigo	Autor(es)	Periódico	Ano de Publicação	Número de Citações
Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection	McKINLEY, D. C. <i>et al.</i>	BIOLOGICAL CONSERVATION	2017	154
Crowdsourcing, Citizen Science or Volunteered Geographic Information? The Current State of Crowdsourced Geographic Information	SEE, L. <i>et al.</i>	ISPRS INTERNATIONAL JOURNAL OF GEO-INFORMATION	2016	114
What Is Citizen Science? - A Scientometric Meta-Analysis	KULLENBERG, C.; KASPEROWSKI, D.	PLOS ONE	2016	108
Can citizen science enhance public understanding of science?	BONNEY, R. <i>et al.</i>	PUBLIC UNDERSTANDING OF SCIENCE	2016	100
Assessing data quality in citizen science	KOSMALA, M. <i>et al.</i>	FRONTIERS IN ECOLOGY AND THE ENVIRONMENT	2016	93
Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring	CHANDLER, M. <i>et al.</i>	BIOLOGICAL CONSERVATION	2017	87
Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation	KOBORI, H. <i>et al.</i>	ECOLOGICAL RESEARCH	2016	77
American Gut: an Open Platform for Citizen Science Microbiome Research	McDONALD, D. <i>et al.</i>	MSYSTEMS	2018	74
Marine anthropogenic litter on British beaches: A 10-year nationwide assessment using citizen science data	NELMS, S. E. <i>et al.</i>	SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT	2017	71
A generalized approach for producing, quantifying, and validating citizen science data from wildlife images	SWANSON, A.; KOSMALA, M.; LINTOTT, C.; PACKER, C.	CONSERVATION BIOLOGY	2016	63
The science of citizen science: Exploring barriers to use as a primary research tool	BURGESS, H. K. <i>et al.</i>	BIOLOGICAL CONSERVATION	2017	61
Crowdsourced data for flood hydrology: Feedback from recent citizen science projects in Argentina, France and New Zealand	LE COZ, J. <i>et al.</i>	JOURNAL OF HYDROLOGY	2016	59
Gravity Spy: integrating advanced LIGO detector characterization, machine learning, and citizen science	ZEVIN, M. <i>et al.</i>	CLASSICAL AND QUANTUM GRAVITY	2017	46
Citizen science or scientific citizenship? Disentangling the uses of public engagement rhetoric in national research initiatives	WOOLLEY, J. P. <i>et al.</i>	BMC MEDICAL ETHICS	2016	46
Citizen science and early detection of invasive species: phenology of first occurrences of <i>Halyomorpha halys</i> in Southern Europe	MAISTRELLO, L. <i>et al.</i>	BIOLOGICAL INVASIONS	2016	45
The diversity and evolution of ecological and environmental citizen science	POCOCK, M. J. <i>et al.</i>	PLOS ONE	2017	43
Citizen science on a smartphone: Participants' motivations and learning	LAND-ZANDSTRA <i>et al.</i>	PUBLIC UNDERSTANDING OF SCIENCE	2016	42
Youth-focused citizen science: Examining the role of environmental science learning and agency for conservation	BALLARD, H. L.; DIXON, C. G. H.; HARRIS, E. M.	BIOLOGICAL CONSERVATION	2017	40
Why watch bees? Motivations of citizen science volunteers in the Great Pollinator Project	DOMROESE, M. C.; JOHNSON, E. A.	BIOLOGICAL CONSERVATION	2017	39

Validating novel air pollution sensors to improve exposure estimates for epidemiological analyses and citizen science	JERRET, M. <i>et al.</i>	ENVIRONMENTAL RESEARCH	2017	37
Spatial Gaps in Global Biodiversity Information and the Role of Citizen Science	AMANO, T.; LAMMING, J. D. L.; SUTHERLAND, W. J.	BIOSCIENCE	2016	36
Contributions to conservation outcomes by natural history museum-led citizen science: Examining evidence and next steps	BALLARD, H. <i>et al.</i>	BIOLOGICAL CONSERVATION	2017	34
Activating social strategies: Face-to-face interaction in technology-mediated citizen science	CAPPA, F. <i>et al.</i>	JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT	2016	34
Unstructured citizen science data fail to detect long-term population declines of common birds in Denmark	KAMP, J. <i>et al.</i>	DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS	2016	34
SPACE WARPS-II. New gravitational lens candidates from the CFHTLS discovered through citizen science	MORE, A. <i>et al.</i>	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	2016	34
Citizen science monitoring demonstrates dramatic declines of monarch butterflies in western North America	SCHULTZ, C. B.; BROWN, L. M.; PELTON, E.; CRONE, E. E.	BIOLOGICAL CONSERVATION	2017	32
Place-based and data-rich citizen science as a precursor for conservation action	HAYWOOD, B. K.; PARRISH, J. K.; DOLLIVER, J.	CONSERVATION BIOLOGY	2016	32
Citizen science provides a reliable and scalable tool to track disease-carrying mosquitoes	PALMER, J. R. B. <i>et al.</i>	NATURE COMMUNICATIONS	2017	30
What determines spatial bias in citizen science? Exploring four recording schemes with different proficiency requirements	GELDMAN, J. <i>et al.</i>	DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS	2016	30

Fonte: Web of Science, 2020

APÊNDICE B – COMPILADO DOS ARTIGOS NACIONAIS SOBRE CIÊNCIA CIDADÃ

Titulo	Ator	Fonte	Ano
Ciência Cidadã e Laboratórios Cidadãos	PARRA, H. Z.; FRESSOLI, M.; LAFUENTE, A.	LIINC EM REVISTA	2017
Ciência cidadã e sua contribuição na proteção e conservação da biodiversidade na reserva da biosfera do pantanal	MAMEDE, S.; BENITES, M.; ALHO, C. J. R.	REVBEA	2017
Hackerspaces, ciência cidadã e ciência comum: apontamentos para uma articulação	MARTINS, B. C.	LIINC EM REVISTA	2017
Monitoramento de qualidade da água com o enfoque ciência cidadã: estudo de caso em Brazilândia/DF	PALMA, D. A.	BDM	2016
O emprego do aplicativo SciHubem projetos de ciência cidadã	MORESI et al.	SISTEMAS, CIBERNÉTICA E INFORMÁTICA	2017
Uma cidade boa para viver: Planeamento cultural e ciência cidadã no desenvolvimento urbano sustentável	SEIXAS, P. C.; DIAS, R. C.; PEREIRA, P.	A OBRA NASCE: REVISTA DE ARQUITETURA	2017
Ciência cidadã por meio de estações modulares: construindo as condições para um monitoramento meteorológico colaborativo	ALVES, L. S.	UFRGS	2018
Ciência cidadã na promoção da biodiversidade	RIBEIRO, C. A.; CARVALHO, F.; SILVA, N.	AMBIENTALMENTE SUSTENTABLE	2017
Memória para todos: investigação colaborativa e ciência cidadã	GUERREIRO, M. J.; ARIEIRA, R.9	REPOSITÓRIO ABERTO UAB	2019
Ciência cidadã em Portugal: no cruzamento entre diversas áreas do conhecimento	LUÍS, C.; CONCEIÇÃO, C. P.; MONTEIRO, A.	REPOSITÓRIO DO ISCTE-IUL	2018
A ciência cidadã e suas contribuições para a educação	RUMENOS, N. N.; FACIOLLA, L. S.	CLUBE DA MATA	2019
Joaninhas dos Açores um projeto de Ciência Cidadã na Região	CALADO, H. R.	UACIÊNCIA	2019
Espaços de Cultura Maker, em sentido à ciência cidadã	SILVA, L. I. A.; REZENDE, G. M.	IV CONEPT	2018
Da ciência aberta à ciência cidadã: ampliando perspectivas de inclusão educacional de surdos no Brasil	PINHEIRO, L. V. R.; CHALHUB, T.	E-PRINTS IN LIBRARY & INFORMATION SCIENCE	2019
Aplicação da ciência cidadã em banco de dados de herbários	SILVA, L. A. E.; OLIVEIRA, F. A.	ANAIS DO IX WCAMA	2018
Instituto Arara Azul: integrando conservação, ciência cidadã e turismo sustentável	MELO, M. R. S.; GUEDES, N. M. R.	10º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA	2019
Educar para a preservação e sustentabilidade dos ecossistemas marinhos através da Ciência Cidadã	LUÍS, C. et al.	CIÊNCIA-IUL	2018
Relato de experiência do curso de extensão “ciência cidadã nas escolas” (PROEC - UFABC)	LOPES, N. P. G.; KAWABE, L. A.; VENÂNCIO, R.	REVISTA DA SBENBIO	2016
Ciência cidadã e determinação social da saúde: desafios e perspectivas	SENA et al.	ICT/FCRUCR	2016
Panorama da ciência cidadã no contexto brasileiro: indicadores bibliométricos e cientométricos	SOUSA, L. S.	LATMETRICS	2018
Ciência cidadã como instrumento de suporte à gestão de ambientes marinhos e costeiros	MILACH et al.	X ENCOGERCO	2017
Os usos da gamificação na mobilização cognitiva da ciência cidadã online	BRAZIL, A. L.; ALBAGLI, S.	ENCONTROS BIBLI	2020
A ciência cidadã e as atitudes dos alunos face à disciplina de Físico-Química	ARAÚJO, J. L.; MORAIS, C.; PAIVA, J. C.	ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA	2017
DemarCafé: uma proposta para auxiliar o mapeamento de áreas cafeeiras usando a ciência cidadã	SOUZA et al.	ANAIS DO XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	2018
Monitore Tupinambás, um projeto de ciência cidadã virtual para o monitoramento de unidades de conservação marinhas	KAWABE, L. A.; LOPES, N. P. G.	II WORKSHOP @NUVEM – UFABC	2018
Uma proposta de abordagem para gerenciamento de tarefas complexas em projetos de ciência cidadã	YAGUI, M. M. M.; VIVACQUA, A. S.	ANAIS ESTENDIDOS DO XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS COLABORATIVOS	2019

Ciência cidadã como auxílio no estudo de presença e abundância de euglenas em praias do Litoral Paulista	LOPES, N. P. G.; VENÂNCIO, R.	VII ENCERRADO	2017
Divulgação científica acerca da prevenção do HIV/Aids no Brasil, no contexto da ciência cidadã	PINTO, E. M.; COSTA, M.	LATMETRICS	2018
Estações meteorológicas para ensino de ciência cidadã	BARBOSA, A. B.	CENTRO DE TECNOLOGIA ACADÊMICA - UFRGS	2017
Dados abertos governamentais no contexto da ciência cidadã: o caso da “Operação Serenata de Amor”	LIMA, W. C.	E-PRINTS IN LIBRARY & INFORMATION SCIENCE	2019
Ciência cidadã e educação ambiental: cursos de formação e estímulo ao voluntariado em um parque nacional	RUMENOS, N. N.; SPAZZIANI, M. L.	REVISTA ELETRÔNICA DO MESTRADO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL	2020
Ciência cidadã nas escolas e a percepção das crianças em relação aos resíduos sólidos em seu entorno: um relato de experiência	ASSUNÇÃO et al.	REVISTA DA SBENBIO	2016
Ciência cidadã baseada em big data aplicada ao planejamento urbano	GOMES et al.	ANAIS X BRAZILIAN E-SCIENCE WORKSHOP	2018
Os cientistas e a ciência cidadã: um estudo exploratório sobre a visão dos pesquisadores profissionais na experiência brasileira	ROCHA, L. M. P.	IBICT UFRJ	2019
Sucessos e limitações na avaliação de tendências populacionais e distribuição de aves de rapina noturnas e notibós usando ciência cidadã	GODINHO, C.; LOURENÇO, R.; ROQUE, I.	SPEA - SOCIEDADE PORTUGUESA PARA O ESTUDO DAS AVES	2019
Escorpionismo no Rio de Janeiro: contribuições da ciência cidadã para o aprimoramento das políticas de atenção em saúde	SOUZA, C. M. V.; BOCHNER, R.	P2P & INOVAÇÃO	2019
Ciência cidadã aplicada ao monitoramento hídrico de qualidade da água na bacia hidrográfica do Ribeirão Rodeador/DF	COSTA et al.	ABES	2018
Chaminés industriais de alvenaria de tijolo. contributo para a sua caracterização envolvendo a ciência cidadã	CARDOSO, N. C.	RUN - COMUNIDADES E COLEÇÕES	2017
Por uma ciência democrática e cidadã	ARAÚJO, K. M.	REV ELETRON COMUN INF INOV SAÚDE	2018
Ciência cidadã como empreendimento de ciência aberta: o risco da espetacularização da produção e o acesso ao dado. Para uma outra ciência cidadã	ROMERO, J. P.	LIINCEM REVISTA	2017
Bacia de aprendizado com aplicação do monitoramento de qualidade da água por meio do enfoque ciência cidadã – estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Córrego Chapadinha/DF.	WERNWCK, R. O.; MINOTI, R. T.	BIBLIOTECA DIGITAL DA PRODUÇÃO INTELECTUAL DISCENTE	2018

Fonte: Google Acadêmico, 2020

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA O ALUNO

Meu nome é Diny Gabrielly de Miranda Martins
 Sou aluna do Mestrado Profissional em Administração Pública da Universidade Federal de Lavras-UFLA
 Estou realizando a pesquisa de campo do meu mestrado profissional e sua contribuição e participação são muito importantes.

Questionário para levantamento de informações sobre Ciência e Resíduos Sólidos

Caro aluno,

Gostaríamos de convidá-lo para participar de uma pesquisa cujo interesse é identificar o conhecimento sobre questões dos temas de Ciências e de Resíduos Sólidos.

Para tanto, em cada questão **escolha uma opção (somente uma)** de acordo com seu o entendimento. Não há respostas certas ou erradas.

Instruções aos participantes

As perguntas começam com uma afirmação sobre os temas da Ciência e Resíduos Sólidos.

Você pode **concordar totalmente, discordar totalmente, ou ter outras opiniões a respeito.**

Em outras perguntas você deve assinalar a importância que você atribui para a questão, variando de muito importante a insignificante.

Por favor, primeiro, leia todas as alternativas e em seguida, assinale a sua resposta de acordo com o seu conhecimento. Não há respostas certas ou erradas.

Muito obrigada pela sua contribuição!

Identificação

Qual sua idade? _____

Gênero: () feminino () masculino () outro

Qual série escolar você está cursando? _____

Qual o bairro em que você reside? _____

Perguntas

1) Quando você ouve ou lê o termo “Ciência”, você tem:

- () uma compreensão clara do significado
- () uma noção geral do significado
- () pouca compreensão do significado

2) Quando você ouve ou lê o termo “Estudo científico”, você tem:

- () uma compreensão clara do significado
- () uma noção geral do significado
- () pouca compreensão do significado

3) Os estudos científicos devem ser realizados apenas em laboratórios.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

4) A formulação científica pode conter opiniões subjetivas e suposições especulativas.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

5) O conhecimento científico parte de premissas gerais e através do raciocínio lógico, chega a conclusões válidas.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

6) Os cientistas devem testar as teorias e experimentos para verificar a veracidade/falsidade.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

7) O conhecimento de senso comum pode ser transformado em conhecimento científico.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

8) O conhecimento científico pode ser elaborado por não cientista.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

9) Pessoas que não pertencem ao mundo acadêmico podem realizar coleta de dados para a construção do conhecimento científico.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

10) Pessoas leigas podem participar como voluntárias em projetos científicos.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

11) A participação de pessoas leigas na produção do conhecimento científico é uma forma de democratizar o acesso à ciência.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

12) A participação de não cientistas na ciência pode ser útil para a solução de problemas da vida diária.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

13) O envolvimento de pessoas leigas na construção do conhecimento científico pode auxiliar a formulação de políticas públicas.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

14) O envolvimento de não cientista na elaboração do conhecimento científico pode promover o exercício da cidadania.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

15) O conhecimento científico deve ser amplamente comunicado.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

16) A participação de uma pessoa leiga em projetos científicos é:

-) Muito importante
-) Importante
-) Pouco importante
-) Nada importante
-) Insignificante

17) A comunicação entre profissionais da ciência e pessoas leigas é:

-) Muito importante
-) Importante
-) Pouco importante
-) Nada importante
-) Insignificante

18) Quando você ouve ou lê o termo “Resíduos Sólidos Urbanos”, você tem:

-) uma compreensão clara do significado
-) uma noção geral do significado
-) pouca compreensão do significado

19) O descarte incorreto do lixo gera impactos negativos à saúde e ao meio ambiente.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

20) Os resíduos sólidos são descartados corretamente em sua cidade.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

21) O lixo tratado corretamente melhora o bem-estar físico e psicológico das pessoas.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

22) Buscar o equilíbrio entre o suprimento das necessidades humanas e a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais é:

-) Muito importante
-) Importante
-) Pouco importante
-) Nada importante
-) Insignificante

23) Quando você vai às compras, escolhe produtos que agridam menos o meio ambiente.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

24) A conscientização sobre o meio ambiente e a sustentabilidade é:

-) Muito importante
-) Importante
-) Pouco importante
-) Nada importante
-) Insignificante

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PARA O PROFESSOR

Meu nome é Diny Gabrielly de Miranda Martins
 Sou aluna do Mestrado Profissional em Administração Pública da Universidade Federal de Lavras-UFLA
 Estou realizando a pesquisa de campo do meu mestrado profissional e sua contribuição e participação são muito importantes.

Questionário para levantamento de informações sobre Ciência e Resíduos Sólidos

Prezado docente,

Gostaríamos de convidá-lo para participar de uma pesquisa cujo interesse é identificar o conhecimento sobre questões dos temas de Ciências e de Resíduos Sólidos.

Para tanto, em cada questão **escolha uma opção (somente uma)** de acordo com seu o entendimento. Não há respostas certas ou erradas.

Instruções aos participantes

As perguntas começam com uma afirmação sobre os temas da Ciência e Resíduos Sólidos.

Você pode **concordar totalmente, discordar totalmente, ou ter outras opiniões a respeito.**

Em outras perguntas você deve assinalar a importância que você atribui para a questão, variando de muito importante a insignificante.

Por favor, primeiro, leia todas as alternativas e em seguida, assinale a sua resposta de acordo com o seu conhecimento. Não há respostas certas ou erradas.

Muito obrigada pela sua contribuição!

Identificação

Você é professor(a) de qual disciplina? _____

Há quanto tempo você é professor(a) dessa disciplina? _____

Quantos anos de exercício no magistério? _____

Idade _____

Gênero: masculino () feminino () outro ()

Trabalha nessa escola há quanto tempo? _____

Perguntas

1) A produção do conhecimento científico é restrita à experimentação.

- () Discordo totalmente
 () Discordo parcialmente
 () Concordo parcialmente
 () Concordo totalmente
 () Incerto ou nenhum comentário

2) A Ciência é um conhecimento comprovado proveniente de rigorosas observações e experimentos.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente
- Incerto ou nenhum comentário

3) O conhecimento científico parte de premissas gerais e através do raciocínio lógico, chega a conclusões válidas.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente
- Incerto ou nenhum comentário

4) A observação pode comprovar a veracidade de uma teoria científica.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente
- Incerto ou nenhum comentário

5) Uma única experiência científica cujos resultados indicam hipóteses não comprovadas (falsas) invalida a generalidade de uma teoria científica.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente
- Incerto ou nenhum comentário

6) O conhecimento de senso comum pode ser transformado em conhecimento científico.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente
- Incerto ou nenhum comentário

7) O conhecimento científico pode ser elaborado por não cientista.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente
- Incerto ou nenhum comentário

8) Pessoas que não pertencem ao mundo acadêmico podem realizar coleta de dados para a construção do conhecimento científico.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

9) Não cientistas podem participar como voluntárias em projetos científicos.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

10) A democratização do acesso à Ciência pode ocorrer por meio da participação de pessoas leigas.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

11) A democratização do conhecimento científico pode auxiliar a formulação de políticas públicas.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

12) O envolvimento de não cientistas na elaboração do conhecimento científico pode promover o exercício da cidadania.

-) Discordo totalmente
-) Discordo parcialmente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente
-) Incerto ou nenhum comentário

13) A divulgação científica para o público leigo é:

-) Muito importante
-) Importante
-) Pouco importante
-) Nada importante
-) Insignificante

14) O envolvimento ativo de pessoas leigas em projetos científicos é:

- Muito importante
- Importante
- Pouco importante
- Nada importante
- Insignificante

15) O letramento científico é:

- Muito importante
- Importante
- Pouco importante
- Nada importante
- Insignificante

16) Todo material descartado, nos estados sólido e semissólido, resultante das atividades humanas pode ser considerado como resíduos sólidos urbanos.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente
- Incerto ou nenhum comentário

17) A gestão incorreta dos resíduos sólidos gera impactos negativos à saúde e ao meio ambiente.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente
- Incerto ou nenhum comentário

18) Os resíduos sólidos são descartados corretamente em sua cidade.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente
- Incerto ou nenhum comentário

19) A gestão adequada do lixo contribui para o bem-estar físico e psicológico das pessoas.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente
- Incerto ou nenhum comentário

20) Buscar o equilíbrio entre o suprimento das necessidades humanas e a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais é

- () Muito importante
- () Importante
- () Pouco importante
- () Nada importante
- () Insignificante

21) A conscientização sobre o meio ambiente e a sustentabilidade é

- () Muito importante
- () Importante
- () Pouco importante
- () Nada importante
- () Insignificante

APÊNDICE E – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA O ALUNO

O objetivo da entrevista é apreender as percepções dos participantes sobre Ciência, Ciência Cidadã e Resíduos Sólidos Urbanos.

Idade do entrevistado: _____

Série do Ensino Médio que o entrevistado está cursando: _____

Bairro em que o entrevistado reside: _____

- 1) Para você, o que é Ciência?
- 2) O que é um experimento científico?
- 3) O que é um cientista?
- 4) Você considera a ciência útil para a solução de problemas da vida diária?
- 5) Como seria essa utilidade? Cite um exemplo.
- 6) Você considera importante estudos na área do meio ambiente? Por quê?
- 7) Você caminha pela cidade. Considera sua cidade limpa?
- 8) No seu bairro há coleta seletiva de lixo?
- 9) Você sabe o que é Resíduos Sólidos Urbanos? Explique
- 10) O entorno da sua escola é limpo?
- 11) Você ouviu falar em Ciência Cidadã?
- 12) Você poderia ser um voluntário da Ciência? Considera ser possível isso? Como?
- 13) Você participaria como voluntário em projeto científico? Por quê?

APÊNDICE F – PROTOCOLO



PROTOCOLO

CIÊNCIA CIDADÃ: ALTERNATIVA EDUCACIONAL PARA O ENSINO MÉDIO NA
ÁREA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Diny Gabrielly de Miranda Martins
Profa. Dra. Eloisa Helena de Souza Cabral

O protocolo está dividido em cinco passos que inclui: 1) aula expositiva caracterizando a ciência cidadã e a problemática dos resíduos sólidos urbanos no meio ambiente; 2) organização dos grupos de alunos; 3) coleta dos resíduos sólidos; 4) pesagem do lixo coletado e tabulação dos dados; 5) reflexão final.

PASSO 1 – Aula sobre ciência cidadã e resíduos sólidos urbanos

O professor explica aos alunos, por meio de uma aula expositiva, o conceito e a importância da ciência cidadã, e como leigos podem participar como voluntários em projetos científicos.

Utilizando o material elaborado para a apresentação da aula (Apêndice G), o professor irá explanar os princípios, objetivos e vantagens da ciência cidadã. Apresentará exemplos de projetos de ciência cidadã e as diferentes etapas da investigação científica que os leigos podem atuar.

Além disso, o professor poderá abordar o conceito de resíduos sólidos urbanos (RSU), as diretrizes e normas para o tratamento do lixo, a diferença de lixo úmido e lixo seco, a separação do lixo reciclável do não reciclável e, a importância da gestão adequada dos resíduos sólidos para proteger o meio ambiente e para prevenir doenças.

No transcorrer da aula, o professor poderá incentivar uma discussão que propicie aos alunos a reflexão sobre impactos da maneira inapropriada que a população tem descartado o lixo no município e os males que isso acarreta.

O professor poderá expor aos alunos como a implantação de um projeto de ciência cidadã na área de resíduos sólidos pode despertar a consciência ambiental e incentivar atitudes cívicas.

Após a explicação acerca da ciência cidadã e do tratamento adequado dos resíduos sólidos urbanos, os alunos poderão ser organizados em grupos para, juntamente com o professor, realizar a coleta dos resíduos nas redondezas da escola ou em uma praça da cidade, ou outro local escolhido pelo grupo.

PASSO 2 – Divisão dos grupos

A composição dos grupos enseja que o professor avalie o número de alunos para cada grupo.

Para cada grupo é interessante que seja fornecido um kit contendo uma máscara e um par de luvas para cada integrante e, pelo menos, quatro sacos de lixo, uma vassoura e uma pá para recolher os resíduos, além de uma prancheta para preencherem a tabela que quantifica o tipo (úmido ou seco) de resíduo sólido espalhado no local da coleta.

As funções dos alunos serão atribuídas da seguinte forma:

- Aluno A – Responsável por tabular o lixo, caracterizado como lixo úmido (não reciclável)
- Aluno B – Responsável por coletar papéis
- Aluno C – Responsável por coletar plásticos
- Aluno D – Responsável por coletar metais
- Aluno E – Responsável por coletar vidros

PASSO 3 – Coleta dos dados

Acompanhados pelo professor, os alunos irão percorrer o quarteirão da escola ou de uma praça localizada nas proximidades da escola (uma indicação é a praça da Rodoviária da cidade), levando o kit para a coleta dos resíduos sólidos.

Em cada grupo, um aluno ficará responsável por preencher a tabela com a caracterização dos resíduos encontrados.

Os demais integrantes do grupo serão responsáveis pela coleta dos resíduos, sendo que cada integrante fique incumbido de um tipo específico de resíduo. Em cada grupo haverá um aluno que fará a coleta de papéis; um aluno a coleta de plásticos; um aluno a coleta de metais e um aluno a coleta de vidros.

Assim, todos os grupos terão a oportunidade de coletar diversos tipos de lixo reciclável. Os resíduos coletados serão acondicionados em sacos de lixo separados por categoria: papel, plástico, metal e vidro.

O lixo úmido não deverá ser coletado. Será observado a quantidade (pequena, média ou alta) de lixo úmido descartado no ambiente e registrado na tabela.

O tempo sugerido para a atividade de campo e coleta dos dados é de 15 a 30 minutos aproximadamente.

PASSO 4 – Análise dos dados coletados

Após coletar os resíduos, os alunos retornam à escola e calculam a quantidade de lixo coletado. Realizam a pesagem e elaboram uma tabela com os dados referentes à quantidade de lixo recolhido de cada categoria.

Com uma balança, os alunos irão pesar cada saco de lixo com os resíduos coletados e fazer a anotação do resultado na tabela. Ao final da pesagem, cada grupo disponibilizará os seus dados e será feita a somatória das massas obtidas para cada tipo de resíduo encontrado e para o total de resíduos coletados.

Tabela 1: Caracterização dos resíduos encontrados

Resíduos recicláveis	Quantidade coletada (massa em kg)
Papel	
Plástico	
Metal	
Vidro	
Lixo úmido (não deve ser coletado)	
Foi observado? () Sim () Não	
Quantidade () pequena () média () alta	
Tipos observados:	

A massa será a variável utilizada nesse protocolo para medir a quantidade de lixo no quarteirão da escola ou na praça e, também, para evidenciar junto aos alunos a problemática do lixo nas ruas.



Figura 1: Processo necessário para calcular a massa

Os sacos plásticos com os resíduos serão descartados após a validação dos dados obtidos pelos alunos. Os kits serão devolvidos para o professor responsável ao final do processo.

PASSO 5 – Conclusão

Feita a análise dos dados, o professor discutirá acerca dos resultados obtidos levando os alunos a refletirem sobre a problemática do lixo nas ruas.

APÊNDICE G – AULA SOBRE CIÊNCIA CIDADÃ E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Ciência Cidadã e Resíduos Sólidos Urbanos



Diny Gabrielly de Miranda Martins



O que é ciência cidadã?

- Construção coletiva de conhecimento científico
- Participação pública na ciência
- Parceria entre cientistas profissionais e amadores
- Estimula uma mentalidade científica
- Encoraja o engajamento democrático

A Ciência Cidadã é o envolvimento de cidadãos que não são cientistas profissionais, na colaboração de investigações de caráter científico, contribuindo na pesquisa, seja na coleta de dados ou no andamento da pesquisa, beneficiando ou contribuindo no uso da ciência na sociedade.

(ALMEIDA, 2019)

Primórdios

O primeiro projeto documentado de Ciência Cidadã aconteceu no Natal de 1900, nos EUA, quando a National Audubon Society realizou o Christmas Bird Count.



Os 10 princípios de ciência cidadã

1. Os projetos de ciência cidadã envolvem ativamente os cidadãos nas atividades científicas.
2. Os projetos de ciência cidadã produzem genuínos resultados científicos.
3. Ambos, cientistas e cidadãos são beneficiados pela participação nos projetos de ciência cidadã.
4. Os cidadãos cientistas podem participar em várias etapas do projeto, desde a coleta de dados até a comunicação dos resultados.
5. É garantido aos cidadãos cientistas o *feedback* dos resultados do projeto.
6. A ciência cidadã possui limitações como qualquer outra abordagem científica de investigação.
7. Os dados resultantes do projeto devem ser compartilhados, preferencialmente, em plataformas de acesso livre.
8. A participação dos voluntários é reconhecida publicamente tanto nos resultados do projeto como nas referências nas publicações.
9. Os programas de ciência cidadã são avaliados através de métodos que garantam a qualidade dos dados científicos e considere os impactos sociais e políticos.
10. Os responsáveis pelo projeto têm em consideração aspectos legais e propriedade intelectual dos resultados.

(EUROPEAN CITIZEN SCIENCE ASSOCIATION, 2015)

Objetivos da ciência cidadã

Científicos

- Promover o avanço do conhecimento sobre determinada questão científica
- Promover o monitoramento de longo prazo de determinado parâmetro
- Promover o monitoramento em uma ampla escala espacial de determinado parâmetro
- Promover a descoberta de novas substâncias, processos, tecnologias...

Educacionais

- Promover aprendizagem sobre ciência (natureza da ciência, método científico)
- Promover aprendizagem sobre o objeto de estudo do projeto científico
- Promover interesse pela carreira científica
- Promover alterações de atitudes e comportamentos
- Promover interação social

5

Vantagens da ciência cidadã



Auxilia no desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos cidadãos, tornando-os capazes de aplicar os conhecimentos adquiridos na resolução de problemas relevantes para si próprios e para a sociedade.

6

Vantagens da ciência cidadã



Permite a realização de pesquisas de ampla escala espacial ou que exigem a obtenção, processamento e análise de um imenso volume de dados, que seriam muito difíceis ou impossíveis de serem realizados apenas por cientistas profissionais.

7

Vantagens da ciência cidadã

Economias financeiras significativas através do trabalho voluntário; com materiais simples e de baixo custo que pode ser continuado em longo prazo usando experiência e financiamento locais.



8

Os cientistas cidadãos podem participar em diferentes etapas da investigação científica

- Definição da questão
- Obtenção de informações
- Desenvolvimento de hipóteses
- Planejamento do estudo
- Coleta de dados
- Análise de amostras
- Análise e interpretação de dados
- Elaboração de conclusões
- Disseminação de resultados
- Discussão de resultados e novos questionamentos



9

Exemplos de projetos de ciência cidadã

- Mapeamento de espécies;
- Monitoramento de paisagens e ecossistemas;
- Padrões de migrações de espécies;
- Ocorrência de fenômenos climáticos.
- Educação ambiental
- Pensamento computacional



Eu vi uma ave usando pulseiras??



Grupo de pesquisa em Ciência Cidadã da UFABC

10

Exemplos de projetos de ciência cidadã

- e-Bird
- Brydes do Brasil
- Sistema Urubu
- Projeto Bebeu Água



11

eBird

Programa de listas on-line de observações de aves fornecendo aos cientistas, pesquisadores e naturalistas amadores dados em tempo real sobre a distribuição e a abundância de aves.



12

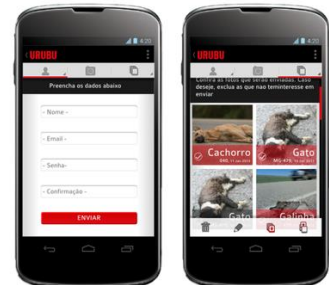
Objetivo: criar uma base de dados sobre as baleias-de-*bryde* identificadas a partir de fotos da espécie em águas brasileiras. Visa ampliar o conhecimento sobre as baleias-de-*bryde* na região Sudeste. Também é usado como fonte de informações para a formulação de políticas públicas de conservação e proteção de áreas marinhas.



13



Objetivo: monitorar os acidentes de animais silvestres nas estradas brasileiras. É um aplicativo gratuito que permite qualquer pessoa registrar informações de atropelamento de fauna selvagem nas rodovias e ferrovias. Essa ferramenta pode auxiliar o governo e as concessionárias na tomada de decisão para redução dos atropelamentos.



14



Parceria da Universidade Federal Fluminense, Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Escola Santa Rita, localizada em Pelotas/RS,

Objetivo: mobilizar os alunos do ensino médio para investigar como as pessoas consomem água no seu dia a dia e também identificar se o uso de copos e garrafas descartáveis é constante na vida das pessoas.

15

Onde encontrar projetos para participar?



O [SiBBr](#) - Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira é uma plataforma online que integra dados sobre a biodiversidade e os ecossistemas, provenientes de fontes diversas do Brasil e do exterior. É uma iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), e agrega diversos projetos de ciência cidadã.

16


gov.br CORONAVÍRUS (COVID-19) ACESSO À INFORMAÇÃO PARTICIPE LEGISLAÇÃO ORÇÃOS DO GOVERNO

SiBBr SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA Explore - Busque e analise - Participe - Conheça o SiBBr - GBIF

Q Pesquisar ... NÓ BRASILEIRO DO GBIF


Home > Ciência cidadã > Projetos de ciência cidadã

Participe da Rede SiBBr
Ciência cidadã
Projetos de ciência cidadã
Cadastre um projeto




Do Pasto ao Prato

Ao digitar o código contido no selo de um produto de carne no supermercado você: - recebe informações sobre a origem daquele produto e indicadores sobre as práticas associadas à empresa ou à sua área de atuação, tornando-se um consumidor mais capacitado




Programa Consciência em Si de Conexão à Natureza

Programa Consciência em Si, ao ofertar conhecimentos e experiências práticas de campo, contribui para que participantes desenvolvam o apreço e restabeleçam a conexão ancestral para com a natureza




Sistema de Informação em Saúde Silvestre

O Siss-Geo foi desenvolvido com base no conceito da ciência cidadã, isto é, orientada, a sociedade pode contribuir e ser agente fundamental do monitoramento da saúde dos animais silvestres




SOS Fauna Silvestre Atropelada Manaus e Região Metropolitana

Através do registro fotográfico, juntamente com seus dados (e.g. espécie, localidade, horário, clima, etc) as pessoas são convidadas a enviar para que estes registros façam parte de um plano de mitigação



City Nature Challenge 2021: Grande Curitiba, Paraná, Brasil

O primeiro City Nature Challenge (CNC) aconteceu em 2016, em Los Angeles e Califórnia, como forma de competição envolvendo registros da biodiversidade urbana.



Desafio da Natureza Urbana 2021: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, BR

O "Desafio da Natureza Urbana 2021: Baía de Guanabara, RJ, Brasil", surgiu sob o âmbito do projeto "City Nature Challenge", um evento mundial de ciência cidadã que visa maximizar registros e conhecimento sobre a biodiversidade

scistarter Science we can do together. log in sign up Search Projects

@Girl Scouts Training Dashboard Project Finder Events Blog Partner Gateways

Project Finder

plants, animals, weather, etc

Enter a location

Projects to do while...

Select a topic


only projects that...

Age group(s)

Relevant Sustainable Development Goal

clear form **find projects**

1-11 of 1620 Newest [Oldest](#)




PROPER PLACEMENT OF MONARCH WATCH TAGS
monarchwatch.org/tagging

Monarch Watch Tagging Program

Goal Understand the dynamics of the monarch's fall [more+](#)

Task Record the sex, date and location of tagged [more+](#)

Where [View map...](#)




eFishKill


Goal eFishKill aims to capture broad trends on fish kills [more+](#)

Task Log observations of what you see when you are in [more+](#)

Where Global, anywhere on the planet

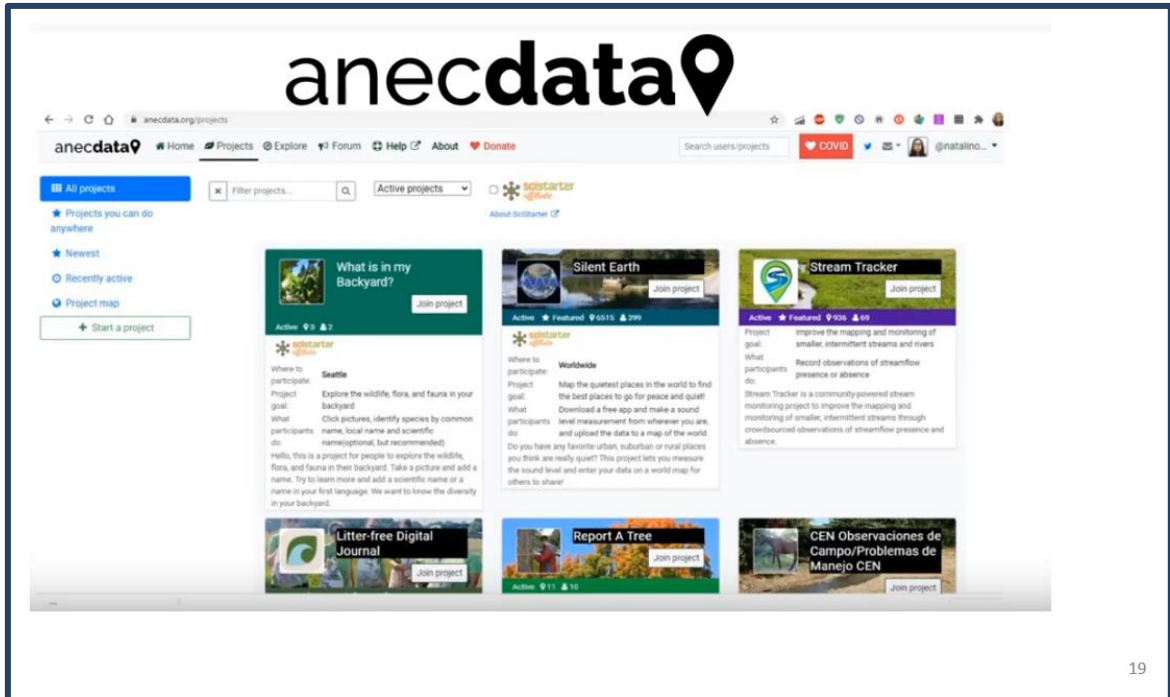


eWhaleStranding



Track the Decade

18



The screenshot shows the homepage of anecdata.org, a platform for citizen science projects. The main header features the 'anecdata' logo with a location pin icon. Below the header, there are navigation links for Home, Projects, Explore, Forum, Help, About, and Donate. A search bar is available for users/projects. The main content area displays several project cards, each with a title, a brief description, and a 'Join project' button. The projects shown include:

- What is in my Backyard?**: A project in Seattle where participants explore the wildlife, flora, and fauna in their backyards by taking pictures and identifying species.
- Silent Earth**: A worldwide project where participants map the quietest places in the world to find the best places to go for peace and quiet.
- Stream Tracker**: A project to improve the mapping and monitoring of smaller, intermittent streams and rivers by recording observations of streamflow presence or absence.
- Litter-free Digital Journal**: A project to explore the impact of litter on the environment.
- Report A Tree**: A project to report on the health and status of trees.
- CEN Observaciones de Campo/Problemas de Manejo CEN**: A project for field observations and management problems in a specific region.

19

A importância de projetos de ciência cidadã nas escolas

Os projetos de ciência cidadã podem auxiliar na educação científica dos alunos e também promover a educação ambiental quando estudados, por exemplo, problemas relacionados aos resíduos sólidos no meio ambiente.



Ciência cidadã em projeto educacional de resíduos sólidos



Além de auxiliar na educação científica de cidadãos a respeito da problemática do lixo nos centros urbanos, os projetos de ciência cidadã podem fornecer um panorama sobre esta questão no local onde for implantado.

21

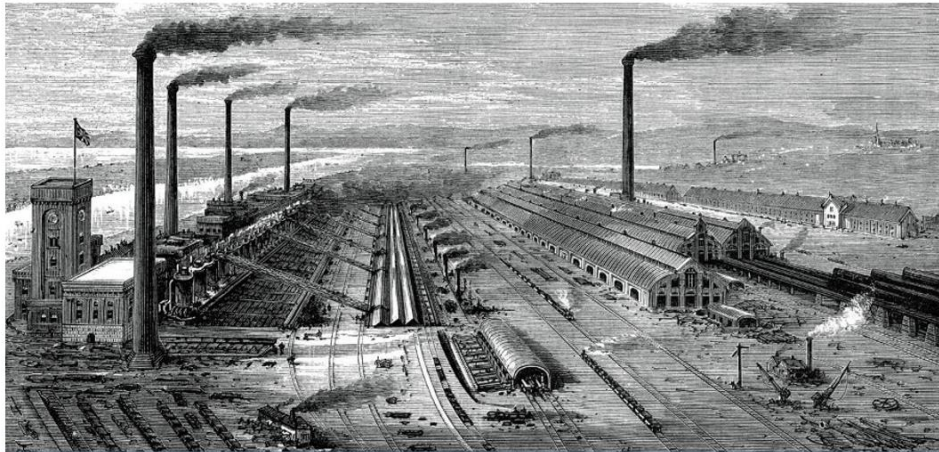
O que são resíduos sólidos urbanos (RSU)?

Todo material descartado, nos estados sólido e semissólido, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

Inclui os lodos procedentes de sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água.

(ABNT, 2004)

22



A partir da Revolução Industrial no século XVIII, com a introdução das fábricas e a produção em massa, a geração de resíduos sólidos alterou consideravelmente. O aumento da produção de mercadorias, distribuição e consumo acarretou o crescimento descontrolado do volume e da diversidade de resíduos gerados principalmente nas áreas urbanas.

23

Problemática do lixo

- Anualmente, mais de 2 bilhões de toneladas de resíduos são produzidos no mundo.
- Cada pessoa gera em torno de 270 quilos de lixo por ano.
- O Brasil é o 4º país que mais gera lixo no mundo.
- Em 2018 o Brasil produziu 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (**380 kg/ano por pessoa**), e apenas 92% do montante foi coletado; 6,3 milhões de toneladas de resíduos sem ser recolhidos nas cidades.
- No município de Formiga, apenas no ano de 2014, foram coletados 1.038.334 quilos de lixo seco.

(ONU-HABITAT, 2018; ABRELPE, 2019)

24

Diretrizes

- Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/2010
- Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)
- Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Lei Federal nº 11.445/2007
- Conscientização ambiental
- Ordem de prioridade na gestão e tratamento dos resíduos sólidos:
 - não geração; redução; reutilização; reciclagem; tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.



25

Lixo seco e lixo úmido

- A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dentre inúmeros intuitos, estimula a separação lixo reciclável do não reciclável ou, lixo úmido do seco, porém no Brasil tal metodologia não é uma realidade e ainda são desperdiçados R\$ 4,6 bilhões (IBGE) pelo fato da reciclagem não ocorrer em todo o seu potencial.
- Na classificação de **lixo seco** encaixam-se: *caixas de cartão, revistas e jornais, papéis de escrita a mão e impressão, embalagens do tipo longa vida, garrafas de plásticos, pacotes de bebida, copos descartáveis, latas, sacos e sacolas de plásticos, tubos de PVC, brinquedos, utensílios quebrados, garrafas de vidro e frascos.*
- Na classificação de **lixo úmido** encaixam-se: *restos de alimentos, folhas de árvores e hortaliças, resíduos de banheiro, papeis sujos, esponja de aço, panos velhos e palitos.*

26

CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	
QUANTO À NATUREZA FÍSICA	Secos
	Molhados
QUANTO À COMPOSIÇÃO QUÍMICA	Matéria Orgânica
	Matéria Inorgânica
QUANTO AOS RISCOS POTENCIAIS AO MEIO AMBIENTE	Resíduos Classe I - Perigosos
	Resíduos Classe II - Não Perigosos
QUANTO À ORIGEM	Resíduos Domiciliares
	Resíduos de Limpeza Urbana
	Resíduos Sólidos Urbanos
	Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços
	Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico
	Resíduos Industriais
	Resíduos de Serviços de Saúde
	Resíduos da Construção Civil
	Resíduos Agrossilvopastoris
	Resíduos de Serviços de Transportes
	Resíduos de Mineração

Fonte: IPT/CEMPRE (2000), NBR 10.004/2004, Lei 12.305/2010

27

Coleta de resíduos sólidos no município de Formiga

- A coleta de lixo é realizada em dias diferentes para lixo úmido e lixo seco.
- A coleta convencional é efetuada em todo o município e a coleta seletiva em toda a área urbana.
- Os RSU coletados são transportados até o aterro sanitário municipal, que fica a aproximadamente 8 km da sede municipal de Formiga.



Veículo da coleta seletiva da Prefeitura de Formiga



Aterro sanitário Municipal de Formiga

28

Apesar das medidas adotadas, a população deposita os resíduos inadequadamente



Lixo descartado ao lado da Câmara Municipal no centro da cidade de [Formiga-MG](#)

Fonte: Últimas Notícias (2019)



Lixo descartado próximo às margens do Rio Formiga, região central da cidade

Fonte: Últimas Notícias (2019)

29

Consequências negativas que o descarte inadequado do lixo acarretam

- contaminação do solo, ar e água;
- proliferação de animais peçonhentos e vetores transmissores de doenças;
- entupimento de redes de drenagem urbana;
- enchentes;
- degradação do meio ambiente;
- depreciação imobiliária;
- poluição visual;
- desperdício de matérias-primas.

30

Motivos indicados

- Ausência de conhecimento da população quanto a disposição adequada dos resíduos sólidos.
- Ausência de uma clara percepção por parte da sociedade e também do poder público em relação a importância da gestão adequada de resíduos sólidos para proteger o meio ambiente e para prevenir doenças.

31

Como a implantação de projeto educacional sobre resíduos sólidos na perspectiva da ciência cidadã pode ajudar?

- Divulgação de conhecimentos quanto a necessidade de um adequado descarte do lixo
- Incentiva atitudes cívicas
- Possibilita o engajamento da sociedade no desenvolvimento das atividades
- Influencia a conscientização da população sobre as questões ambientais
- Desperta uma consciência ambiental na população em relação à diminuição dos resíduos gerados
- Auxilia a formação de uma visão crítica e participativa a respeito do uso do patrimônio ambiental

32

Referências

- AETRAPP. Monitoramento cidadão de focos de mosquitos Aedes, transmissores de dengue, zika, chikungunya e febre amarela urbana. Comunidades gerando dados para o combate aos mosquitos. Disponível em: <https://www.aetrapp.org/>. Acesso em 05 mar. 2021.
- ALMEIDA, T. P. Vamos falar de ciência cidadã?! *LimnoNews*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, fev./2019. Disponível em: <https://limnonews.wordpress.com/2019/02/14/vamos-falar-de-ciencia-cidada/>. Acesso em 01 mar. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. ABRELPRE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2018/2019. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 29 mar. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004: Resíduos sólidos. Rio de Janeiro-RJ, 2004.
- BONNEY, R. **Citizen science: A Lab Tradition**. *Living Bird* 15: 7–15, 1996.
- BONNEY, R., COOPER, C. B., DICKSON, J., KELLING, S., PHILLIPS, T., ROSENBERG, K. V.; SHIRK, J. Citizen Science: A **Developing** Tool for **Expanding** Science **Knowledge** and **Scientific Literacy**. *BioScience*, v. 59, n. 1, p. 977–984, 2009.
- BRYDES DO BRASIL. Programa de pesquisa participativa. Disponível em: <http://www.brydesdobrasil.com.br/>. Acesso em: 05 mar. 2021.
- CITIZEN SENSE. **Air Quality Egg and the Makers**. 2013. Disponível em: <https://citizensense.net/air-quality-egg/>.
- DICKINSON, J.; ZUCKERBERG, B.; BONTER, D. Citizen Science as a **Ecological Research** Tool. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 41, n. 1, p. 149-172, 2010.
- ECOLOGIA E AÇÃO. ECOA. Disponível em: <https://ecoa.org.br/ecoa-institucional/>. Acesso em 05 mar. 2021.
- EUROPEAN CITIZEN SCIENCE ASSOCIATION. ECSA. **Ten principles of citizen science**, 2015. Disponível em: < https://ecsa.citizen-science.net/sites/default/files/ecs_a_ten_principles_of_citizen_science.pdf>.
- IRWIN, A. **Citizen Science: a study of people, expertise and sustainable development**. London and NewYork: **Routledge**, 1995.
- MOREIRA, I. C. O escravo do naturalista. O papel do conhecimento nativo nas viagens científicas do século 19. **Ciência Hoje**, v. 31, n. 184, p. 40-48, **jul/2002**.
- LOPES, N. P. G. Ciência Cidadã. Disponível em: <http://professor.ufabc.edu.br/~natalia.lopes/cienciacidade/> . Acesso em 02 mar. 2021.
- BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília: Congresso Nacional. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>
- PORTAL UFPA – Universidade Federal de Lavras. Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas lançou hotsite do Sistema Urubu. Disponível em: <https://ufpa.br/arquivo-de-noticias/7761-centro-brasileiro-de-ecologia-de-estradas-lancou-hotsite-do-sistema-urubu>. Acesso em: 05 mar. 2021.
- SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. SIBBR. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/cienciacidade/projetos.html> . Acesso em: 05 mar. 2021.
- VIANA, B. F. Uma oportunidade única para o engajamento do público com a ciência, diz professora sobre pandemia. Agenda arte e cultura, UFPA, abr./2020. Disponível em: <https://www.agendartecultura.com.br/entrevistas/opportunidade-unica-engajamento-publico-ciencia-professora-pandemia/>. Acesso em 01 mar. 2021.

34

Obrigada!

33