



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

Karina Nomidome de Senna

**OS CONCEITOS BIOLÓGICOS DE SUSTENTABILIDADE:
COMPREENSÃO DE ALUNOS E PROFESSORES DE BIOLOGIA**

Bauru

2025

KARINA NOMIDOME DE SENNA

**OS CONCEITOS BIOLÓGICOS DE SUSTENTABILIDADE:
COMPREENSÃO DE ALUNOS E PROFESSORES DE BIOLOGIA**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus Bauru, ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências, como requisito à obtenção do título de Doutora em Educação para a Ciência, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Ana Maria de Andrade Caldeira.

Bauru

2025

Senna, Karina Nomidome de

Os conceitos biológicos de Sustentabilidade: compreensão de alunos e professores de biologia / Karina Nomidome de Senna - Bauru - 2025

298 f. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Bauru, 2025.

Orientadora: Ana Maria de Andrade Caldeira

1. Ensino de Biologia. 2. Sustentabilidade. 3. Proteção Ambiental. 4. Educação Técnica. 5. Currículo. I. Universidade Estadual Paulista. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE KARINA NOMIDOME DE SENNA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 25 dias do mês de agosto do ano de 2025, às 8h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de KARINA NOMIDOME DE SENNA, intitulada **Os conceitos biológicos de Sustentabilidade: compreensão de alunos e professores de Biologia**, sob orientação da Profa. Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Assoc. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências UnespBauru, Profa. Dra. FERNANDA DA ROCHA BRANDO FERNANDEZ (Participação Virtual) do(a) Departamento de Biologia / Universidade de São Paulo, Prof. Dr. MATHEUS GANIKO DUTRA (Participação Virtual) do(a) Centro de Ciências Humanas e da Educação (Cornélio Procópio) / Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Prof. Dr. ALEXANDRE DE OLIVEIRA LEGENDRE (Participação Virtual) do(a) Departamento de Química / Faculdade de Ciências UNESP Bauru, Profa. Dra. BEATRIZ CESCHIM (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / UNESP. Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: _

APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Documento assinado digitalmente
ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA
Data: 26/08/2025 11:16:43 -0300
Verifique em: <https://validar.j5.gov.br>

Profa. Assoc. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA

Aos meus pais,

Pelo amor incondicional, pelo apoio em cada etapa da minha jornada, pela paciência e por nunca me deixarem desistir, mesmo nos momentos mais difíceis. Por acreditarem em mim quando eu mesma duvidei, por cada palavra de incentivo e cada gesto de cuidado. Tudo o que conquistei é reflexo dos valores que vocês me ensinaram. Obrigada por serem minha base, minha força e minha maior inspiração. Este Doutorado é mais do que um título: é a prova de que nunca estive sozinha.

Obrigada por tudo! Sem vocês, este caminho teria sido impossível.

AGRADECIMENTOS

Chegar até aqui foi uma jornada intensa, repleta de desafios e aprendizados, mas, acima de tudo, uma jornada cercada de pessoas que fizeram toda a diferença. Ao longo desse caminho, cada etapa foi marcada por diferentes pessoas, algumas com presença constante, outras, pontuais, mas todas essenciais para a conclusão desta etapa em minha vida. A cada uma delas, deixo aqui meu sincero e profundo agradecimento.

À minha família, Solange, Charles e Jonathan, que sempre acreditou em mim e me deu suporte em cada etapa. Obrigada por todo amor, paciência e incentivo, mesmo quando o tempo era curto e a minha atenção estava quase toda voltada para este trabalho. Saber que eu podia contar com o acolhimento de vocês foi fundamental.

À Tata e ao Gerson, por acompanharem minha caminhada com tanto carinho e torcida. Mesmo à distância, vocês estão sempre presentes. Obrigada por celebrarem cada conquista, pessoal e acadêmica, e me lembrarem que sempre terei uma segunda casa.

À minha orientadora, que acompanha minha trajetória acadêmica há mais de dez anos, caminhando junto em cada etapa da minha formação. Sua dedicação, sensibilidade e constantes provocações, sempre pautadas pelo compromisso com uma formação crítica, fizeram toda a diferença nesta jornada. Sou profundamente grata por todo o apoio, pelos desafios que me impulsionaram a crescer e pela confiança que sempre depositou em mim.

À Thais, pela ajuda inestimável com as análises estatísticas e pela paciência em tornar compreensível o que tantas vezes me pareceu indecifrável. Obrigada pela parceria gigantesca nesta pesquisa.

Ao professor Wilson, meu agradecimento especial por ter desmistificado uma parte do universo matemático que, por muito tempo, me tirou o sono. Sua clareza e didática foram decisivas para que eu pudesse desenvolver este trabalho, mas, mais que isso, seu altruísmo e empatia foram suportes fundamentais para que eu pudesse concluir esta etapa acadêmica.

À Milena, minha amiga e parceira, que compartilha comigo muitos momentos da vida e que também esteve ao meu lado em toda a minha trajetória acadêmica. Especialmente para este trabalho, agradeço pelas (muitas) madrugadas de revisão e ajustes. Agradeço por sua amizade e por dividir essa caminhada comigo!

Agradeço também a todos que contribuíram com o levantamento de documentos e informações para esta pesquisa, em especial às pessoas da universidade investigada, seus estudantes, professores e secretariado; e aos estudantes, professores e, sobretudo, ao corpo diretor da ETEC analisada, que foram sempre muito receptivos, solícitos e gentis. Obrigada pela confiança, pela colaboração e por todos os aprendizados.

À banca examinadora, por ter acolhido este trabalho com cuidado e dedicação, oferecendo contribuições valiosas que certamente enriquecem ainda mais esta pesquisa e à minha formação. Obrigada!

Aos professores e professoras que marcaram toda a minha trajetória: desde os primeiros anos do Ensino Básico até aqui. Cada aula, ensinamento e conversa foram sementes plantadas para o meu desenvolvimento pessoal, acadêmico e profissional.

A todos os meus alunos e alunas, agradeço pelas trocas que tantas vezes me ensinaram mais do que qualquer livro. Cada diálogo, cada dúvida, cada olhar curioso reforçou o meu compromisso com a Educação.

À Camila e ao Ivaldo, que acreditaram no meu potencial e me apoiaram ao longo de todos esses anos de Doutorado. O suporte e a confiança de vocês foram fundamentais para que eu pudesse conciliar minhas atividades profissionais com o desenvolvimento deste trabalho. Sou grata por terem aberto espaço para meu crescimento e por toda a compreensão e incentivo diários!

Também quero agradecer às pessoas que, mesmo não fazendo mais parte do meu cotidiano, contribuíram de forma significativa para minha trajetória e para a realização deste trabalho. Seja com amizade, apoio, inspiração ou incentivo, cada uma delas deixou uma marca importante que carregarei comigo e que foi fundamental para chegar até aqui. Agradeço profundamente por terem feito parte deste percurso.

E, por fim, mas não menos importante, à minha família de quatro patas, cada vez maior, que está sempre ao meu lado, oferecendo amor, carinho, companhia e o suporte emocional que tantas vezes me fez continuar.

Obrigada!

*"A sua vida é um livro aberto,
Não o feche até que esteja terminado"*

James Hetfield & Lars Ulrich - Metallica

RESUMO

O presente trabalho investiga a compreensão de estudantes sobre três estratégias fundamentais de manejo ambiental: preservação, conservação e restauração, compreendendo-as como elementos centrais para o debate sobre o uso sustentável do ambiente e a formação cidadã. Fundamenta-se na constatação de que a crise socioambiental contemporânea, marcada pela degradação dos ecossistemas e pela perda acelerada da biodiversidade, não é apenas resultado de ações isoladas, mas decorre de uma crise do conhecimento, assim como aponta Enrique Leff. A superação dessa crise exige novas racionalidades e práticas educativas capazes de articular ciência, ética e política em prol da sustentabilidade. Discute-se a persistente fragmentação entre conhecimentos específicos e práticas pedagógicas, bem como os desafios impostos pela organização curricular, que dificultam a integração efetiva de temas relativos à proteção ambiental ao currículo. Metodologicamente, o estudo adota uma abordagem quanti-qualitativa. A etapa quantitativa consistiu na aplicação de um instrumento diagnóstico junto a estudantes do Ensino Médio integrado ao Técnico de uma Escola Técnica Estadual e de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas vinculado à uma Universidade Estadual – ambas instituições localizadas no município de Bauru - SP –, visando identificar concepções sobre os conceitos de Preservação da Biodiversidade, Conservação da Biodiversidade e Restauração Ambiental. A vertente qualitativa, além de análises documentais, envolveu entrevistas semiestruturadas com docentes das mesmas instituições de ensino mobilizadas na etapa quantitativa, a fim de triangular os dados e obter um panorama abrangente sobre a formação cidadã nos níveis de ensino básico e superior. Os resultados indicaram lacunas significativas na compreensão e mobilização dos conceitos investigados, em ambos os níveis de ensino. Ao discutir os dados com os docentes entrevistados, compreendeu-se que há algumas limitações na transposição didática dos conceitos, acarretando um ciclo de insuficiência conceitual entre docentes e discentes. A pesquisa conclui que a integração intencional e crítica desses conceitos no processo formativo é condição essencial para contribuir para a construção de uma cidadania ambiental ativa, capaz de enfrentar os desafios socioambientais contemporâneos de forma consciente, com base em fundamentos científicos e normativos.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Sustentabilidade. Proteção Ambiental. Educação Técnica. Currículo.

ABSTRACT

This study investigates students' understanding of three fundamental environmental management strategies—preservation, conservation, and restoration—considering them as central elements in the debate on the sustainable use of the environment and the development of environmental citizenship. It is grounded on the premise that the contemporary socio-environmental crisis, marked by ecosystem degradation and the accelerated loss of biodiversity, is not merely the result of isolated actions but stems from a knowledge crisis, as argued by Enrique Leff. Overcoming this crisis demands new rationalities and educational practices capable of integrating science, ethics, and politics in favor of sustainability. The research addresses the persistent fragmentation between specific knowledge and pedagogical practices, as well as the challenges posed by curricular organization, which hinder the effective integration of environmental protection topics into the curriculum. Methodologically, the study adopts a mixed quantitative and qualitative approach. The quantitative phase involved the application of a diagnostic instrument to students from an Integrated Technical High School and an undergraduate degree in Biological Sciences at a State University—both institutions located in the city of Bauru, São Paulo State—in order to identify conceptions regarding biodiversity preservation, biodiversity conservation, and environmental restoration. The qualitative phase, in addition to document analysis, included semi-structured interviews with teachers from the same institutions involved in the quantitative stage, aiming to triangulate data and obtain a comprehensive view of environmental citizenship training at both basic and higher education levels. The results revealed significant gaps in the understanding and mobilization of the concepts investigated at both educational levels. Discussions with interviewed teachers indicated limitations in the didactic transposition of these concepts, generating a cycle of conceptual insufficiency between teachers and students. The study concludes that the intentional and critical integration of these concepts into the educational process is essential for building active environmental citizenship, capable of addressing contemporary socio-environmental challenges in a conscious manner, grounded in scientific knowledge and supported by legal frameworks.

Keywords: Biology Teaching. Sustainability. Environmental Protection. Technical Education. Curriculum.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Hierarquia ética, onde a preocupação individual se estende para níveis cada vez mais amplos, além do indivíduo.....	48
Figura 2 - Síntese do processo da pesquisa.	114
Figura 3 - Testes de KMO e Bartlett.	133
Figura 4 - Gráfico dos componentes principais do conjunto de assertivas.....	135
Figura 5 - Eixos orientadores obtidos a partir dos componentes principais.....	136
Figura 6 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q1: Os termos “conservação da biodiversidade” e “preservação da biodiversidade” são sinônimos.	153
Figura 7 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q3: Para se alcançar a restauração ecológica é necessário retornar o ambiente degradado ao seu exato estado original.	155
Figura 8 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q4: Toda ação, visando à conservação da biodiversidade, exclui a utilização sustentável do ambiente pelo ser humano.....	156
Figura 9 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q8: Para que a preservação da biodiversidade seja estabelecida, a região precisa estar desabitada pelos seres humanos.	158
Figura 10 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q9: Ações voltadas para a preservação da biodiversidade possuem como objetivo a manutenção do ambiente natural sem extração de recursos por seres humanos.....	160
Figura 11 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q10: A etnoconservação e a conservação da biodiversidade são sinônimos.	161
Figura 12 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q13: Uma área com preservação da biodiversidade pode ser utilizada de modo sustentável.	163
Figura 13 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q17: Ações para conservação da biodiversidade impedem os seres humanos de utilizarem diretamente os recursos naturais de uma região.....	164

Figura 14 - Fluxograma das correlações entre as assertivas analisadas (Licenciandos em Ciências Biológicas).	174
Figura 15 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q1: Os termos “conservação da biodiversidade” e “preservação da biodiversidade” são sinônimos.	192
Figura 16 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q3: Para se alcançar a restauração ecológica é necessário retornar o ambiente degradado ao seu exato estado original.	193
Figura 17 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q5: A preservação ambiental pressupõe a ausência de tomada de decisão por parte do ser humano.	194
Figura 18 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q8: Para que a preservação da biodiversidade seja estabelecida, a região precisa estar desabitada pelos seres humanos.	195
Figura 19 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q9: Ações voltadas para a preservação da biodiversidade possuem como objetivo a manutenção do ambiente natural sem extração de recursos por seres humanos.	196
Figura 20 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q10: A etnoconservação e a conservação da biodiversidade são sinônimos.	197
Figura 21 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q13: Uma área com preservação da biodiversidade pode ser utilizada de modo sustentável.	198
Figura 22 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q17: Ações para conservação da biodiversidade impedem os seres humanos de utilizarem diretamente os recursos naturais de uma região.	199
Figura 23 - Fluxograma das correlações entre as assertivas analisadas (ETEC).	206
Figura 24 - Representação da descontinuidade formativa no ensino de estratégias de manejo ambiental	231

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Disciplinas da Licenciatura relacionadas aos conceitos de sustentabilidade investigados.	118
Quadro 2 - Disciplinas do Ensino Técnico relacionadas aos conceitos de sustentabilidade investigados.	120
Quadro 3 - Questionário de assertivas respondidas pelos participantes da pesquisa.	124
Quadro 4 - Definições relacionadas aos conceitos de “Restauração Ambiental”, “Conservação da Biodiversidade” e “Preservação da Biodiversidade”.	126
Quadro 5 - Recorte das assertivas que serão discutidas com mais detalhes neste trabalho para o público-alvo Licenciandos em Ciências Biológicas.	152
Quadro 6 - Síntese da análise descritiva das assertivas (Licenciandos em Ciências Biológicas).....	165
Quadro 7 - Síntese das assertivas e suas correlações (Licenciandos em Ciências Biológicas).....	172
Quadro 8 - Recorte das assertivas que serão discutidas com mais detalhes neste trabalho para o público-alvo estudantes da ETEC.	191
Quadro 9 - Síntese da análise descritiva das assertivas (ETEC).	201
Quadro 10 - Síntese das assertivas e suas correlações (ETEC).	205
Quadro 11 - Síntese das principais informações curriculares relativas à área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias para os cursos de Ensino Médio com Habilitação Profissional.	209

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise descritiva dos dados obtidos a partir do público-alvo Licenciandos em Ciências Biológicas.	149
Tabela 2 - Análise descritiva dos dados segmentados por ano de aplicação, com destaque a Mediana e AIQ (Licenciandos em Ciências Biológicas).	150
Tabela 3 - Correlações significativas ($p < 0,05$) entre as assertivas analisadas (Licenciandos em Ciências Biológicas).	167
Tabela 4 - Análise descritiva dos dados obtidos a partir do público-alvo estudantes ETEC.	188
Tabela 5 - Análise descritiva dos dados segmentados por ano de aplicação, com destaque a Mediana e AIQ (ETEC).	189
Tabela 6 - Correlações significativas ($p < 0,05$) entre as assertivas analisadas (ETEC).	202

LISTA DE ABREVIações

AIQ	Amplitude Interquartil
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
GPEB	Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
LADEPPE	Laboratório de Desenvolvimento de Pesquisas e Produtos Educacionais
LEDiB	Laboratório de Epistemologia e Didática da Biologia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PE1	Professora da ETEC 1
PE2	Professor da ETEC 2
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PU	Professor da Universidade
RDA	Rede de Diagnóstico de Epistemologia do Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
INTRODUÇÃO	20
1. SOBRE A RELAÇÃO SER HUMANO & MEIO AMBIENTE	27
1.1 Biodiversidade	30
1.2 Sustentabilidade & Desenvolvimento Sustentável	40
1.2.1 Preservação, Conservação e Restauração	54
a. Preservação da Biodiversidade	54
b. Conservação da Biodiversidade	56
c. Restauração Ambiental	57
1.3. A crise do conhecimento	58
2. BIOLOGIA: CIÊNCIA, DISCIPLINA & ENSINO	62
2.1 Biologia: Ciência da vida	62
2.2 A Biologia como disciplina escolar	71
2.3 O Ensino de Ciências e de Biologia	75
3. O CURRÍCULO DE BIOLOGIA: EDUCAÇÃO BÁSICA E ENSINO SUPERIOR	86
3.1 Concepções de currículo e suas implicações	87
3.2 O currículo de Biologia no Ensino Superior	91
3.3 O currículo de Biologia na Educação Básica	98
3.3.1 O currículo de Biologia na Educação Técnica	106
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	112
4.1 Abordagem quantitativa	115
4.1.1 Os participantes da pesquisa e suas instituições de ensino	117
I. A universidade e seus licenciandos	117
II. A ETEC e seus estudantes	119
4.1.2 O instrumento diagnóstico	121
I. Caracterização do instrumento	122
II. Referencial teórico do instrumento	125
III. A construção do instrumento e suas validações: semântica e estatística	127
IV. Análise interpretativa dos dados	134
4.1.3 Aplicação do instrumento	137
4.1.4 Análise estatística dos dados	138

4.2 Abordagem qualitativa	140
4.2.1 Coleta de dados	141
I. Levantamento de documentos	142
II. Entrevistas semiestruturadas	143
4.2.2 Análise de dados.....	146
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	148
5.1 Público-alvo: estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas	148
I. Traços de um panorama formativo	148
II. Diálogos com a prática	175
5.2 Público-alvo: estudantes do Ensino Médio vinculados à ETEC.....	188
I. Traços de um panorama formativo	188
II. Diálogos com a prática	207
6. CONCLUSÃO	229
REFERÊNCIAS	234
APÊNDICE A	251
APÊNDICE B	258
APÊNDICE C	265
APÊNDICE D	272
APÊNDICE E	275
APÊNDICE F	282
APÊNDICE G	289
APÊNDICE H	296

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho inicia-se explicitando a construção acadêmica da autora e sua relação com a Educação, em especial no estudo sobre os processos de ensino-aprendizagem e a objetivação da aplicação prática de melhores recursos, técnicas, conhecimentos e estratégias de ensino – em sala de aula e fora dela –, revelando a importância da boa formação profissional de um docente, a fim de que ele seja o meio para uma relação de práxis, respeito, cidadania e humanidade ao estudante.

De 2013 a 2017 a autora cursou sua graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Bauru; entre os anos 2017 e 2018, optou pelo reingresso e, assim, cursou Bacharelado em Ciências Biológicas na mesma instituição. Em 2018 iniciou seu Mestrado no Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e, atualmente, apresenta seu Doutorado no mesmo Programa, de mesma instituição: Unesp, campus Bauru, iniciado em 2020.

Durante sua formação, a autora realizou diversas atividades extracurriculares a fim de desenvolver e evoluir constantemente sua prática docente, como a especialização obtida no Programa de Especialização Docente (PED Brasil) oferecido pelo Lemann Center for Educational Entrepreneurship and Innovation in Brazil e Instituto Canoa (2019 a 2021); a vinculação como professora de Biologia e Ciências no Cursinho Ferradura (2018 a 2020) e nas graduações dos cursos de Química e Biologia por meio do Estágio Docência para o Ensino Superior (2021 a 2024) ambos realizados na Unesp Bauru. Além disso, foi coordenadora do Laboratório de Desenvolvimento de Pesquisas e Produtos Educacionais (LADEPPE) da mesma instituição, apoiando e direcionando a criação didático-pedagógica e a elaboração físico-digital dos materiais didáticos.

Por fim, é importante ressaltar que, diretamente relacionado ao desenvolvimento das habilidades de Pesquisa, entre 2017 e 2024, a autora fez parte do Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia (GPEB) da Unesp, campus Bauru, o qual dedicou-se e ainda dedica-se à busca de bases epistemológicas para a construção do conhecimento ambiental. Entre 2023 e 2024, a pesquisadora também foi membro da Rede de Diagnóstico de Epistemologia do Ambiente, grupo de pesquisa conhecido como RDA, onde um misto de pesquisadores do GPEB e do Laboratório de Epistemologia e Didática da Biologia (LEDiB) da FFCLRP-USP

elaborou as bases para a presente pesquisa. Sendo assim, devido à grande importância desta etapa acadêmica, o RDA será explicado de forma mais aprofundada em momento oportuno.

Como um dos primeiros resultados de toda essa formação contínua, em 2018, portanto, foi elaborado o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: “Meio Ambiente: desenvolvimento e avaliação de um Objeto de Aprendizagem de Parasitologia”, no qual as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação foram abordadas, problematizando a prática massiva do Ensino Tradicional como contraponto à importância das ferramentas tecnológicas e, ao mesmo tempo, documentando a ausência de materiais educacionais digitais atualizados aos estudantes. Dessa forma, objetivou-se a elaboração e o desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem para o Ensino de Biologia (na área específica de Parasitologia) como alternativa didática de ensino-aprendizagem aos docentes e estudantes. Assim, a aprendizagem de conceitos parasitológicos dos estudantes da Educação Básica da rede pública do município de Bauru foi avaliada através da utilização do material em questão, bem como o mesmo foi utilizado para avaliar como licenciandos em Ciências Biológicas refletem sobre o uso das tecnologias em sala de aula e, especificamente, sobre o Objeto de Aprendizagem desenvolvido.

Concluiu-se que o material, intitulado “Aprendendo sobre Parasitologia” é uma válida alternativa de ferramenta para a potencialização do ensino-aprendizagem devido a (1) sua elaboração por uma equipe interdisciplinar, (2) às análises realizadas por futuros professores de Ciências e/ou Biologia e (3) aos resultados obtidos posteriormente à aplicação do material em sala de aula. De forma crítica, entendeu-se que, assim como qualquer outro recurso educacional, o Objeto de Aprendizagem afeta positivamente alguns alunos e negativamente outros. Assim, ressaltou-se a importante discussão da necessidade de o professor saber mediar e direcionar o uso das tecnologias em sala de aula.

Durante a Dissertação, em 2020, a crítica ao Ensino Tradicional ainda foi mantida, afirmando-se que este ensino exclusivamente tradicional não possui mais espaço de atuação nos dias atuais: com as variadas fontes de informação que os estudantes estão expostos, o docente pode assumir um caráter de professor mediador junto aos estudantes, a fim de que os direcione na busca de fontes seguras de informações e, por meio de Metodologias Ativas, adeque o processo de ensino-aprendizado às novas necessidades dos estudantes do século XXI.

Assim, a Dissertação intitulada “Investigação no Ensino Contextualizado de Ciências: formação para participação cidadã” teve sua pesquisa baseada na metodologia ativa conhecida como “Aprendizagem Baseada em Problemas”, indicando a importância e relevância da contextualização do ensino para uma aprendizagem satisfatória dos estudantes, esperando-se que a formação no Ensino Básico resulte em cidadãos críticos e atuantes para resolução de problemas sociais.

Nesse sentido, a pesquisa de Mestrado foi dedicada à aplicação de uma ação didática que compreendia a contextualização do conhecimento, a metodologia ativa citada e o ensino-aprendizagem de conceitos científicos. Assim, objetivou-se compreender quais são os elementos que a escola deve mobilizar para que seja um local de produção (e não apenas de reprodução) de conhecimento, auxiliando os estudantes a entenderem o seu papel como cidadãos.

Partindo do problema contextualizador do manejo das águas na cidade de Bauru, as inundações consequentes da má-administração das águas e até mesmo o alagamento da sala de aula onde a ação didática foi aplicada, a pesquisa resultou em dezesseis aulas ministradas e uma visita à Prefeitura, a qual colocou os estudantes em contato com o Prefeito do município para elucidações de dúvidas e apresentações de sugestões para possíveis soluções do problema contextualizador.

Concluiu-se, portanto, que os estudantes foram capazes de adquirir, organizar e utilizar os conceitos científicos, o que fomentou a atuação cidadã crítica nos estudantes participantes da pesquisa.

Neste momento, inicia-se, portanto, a documentação da pesquisa realizada durante o curso de Doutorado em Educação para a Ciência. Se, durante o Trabalho de Conclusão de Curso e por meio do Mestrado, foram elaborados materiais e sequências didáticas voltados às necessidades formativas dos estudantes do Ensino Básico, este trabalho problematiza e investiga a formação de estudantes em nível básico e também em nível superior, a fim de compreender as diferentes etapas da Educação e suas correlações.

INTRODUÇÃO

A presente Tese dá continuidade a problemas de pesquisa relacionados ao processo de ensino-aprendizagem com foco no desenvolvimento de estudantes com acesso a conhecimentos e informações de qualidade e práticas educativas adequadas às suas realidades.

Parte-se da premissa de que a apropriação crítica e significativa de saberes e conceitos científicos é condição indispensável para a formação de sujeitos capazes de agir de forma ética e responsável diante de questões socioambientais contemporâneas. Com a experiência de mais de dez anos de atuação docente da pesquisadora, foi possível perceber a dificuldade de compreensão de alguns conceitos biológicos, a qual perpassa diversos níveis de ensino: desde o Ensino Básico até o Ensino Superior.

Assim, a formação de professores no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas é uma etapa educacional de grande relevância para esta pesquisa, visto que os atuais licenciandos serão os futuros docentes que deverão conhecer seus estudantes, respeitá-los e adequar as melhores práticas pedagógicas para que a formação cidadã seja efetivamente desenvolvida durante os anos do Ensino Básico.

Adicionalmente, para a construção de um panorama mais abrangente das etapas educacionais, esta pesquisa contempla também o levantamento de dados com estudantes do Ensino Médio integrado ao Técnico, ofertado pelas Escolas Técnicas Estaduais (ETECs). Tal delineamento deve-se à importância que essas instituições possuem na formação de jovens que, conforme apontam Silva e Coutinho (2024) e Brasil (2008), ao mesmo tempo em que os preparam para o mundo do trabalho, são inseridos em uma proposta educacional que promove a construção de uma cidadania crítica, desenvolvendo capacidades para reflexões éticas, ambientais e sociais.

Portanto, neste trabalho, dois público-alvo são avaliados¹: estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas e estudantes do Ensino Médio de uma ETEC. Com o objetivo de aprofundar a análise e fortalecer a validade dos dados obtidos, foram também convidados os docentes que atuam diretamente com esses estudantes, tanto na Universidade quanto na ETEC. Assim, os professores foram

¹ O projeto desta pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da UNESP Bauru, junto à Faculdade de Ciências, conforme as resoluções vigentes do Conselho Nacional de Saúde (CNS), a saber: 466/12 e 510/16; recebendo o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) n° 64394222.7.0000.5398, parecer n° 5.738.300, em 20 de outubro de 2022.

incluídos como participantes estratégicos da pesquisa, não apenas por sua função formadora, mas para compor o processo de triangulação metodológica, conforme proposto por Patton (2002), o que permite maior robustez interpretativa, validação cruzada das evidências e compreensão contextualizada dos fenômenos investigados.

Dessa forma, a investigação abrange quatro perfis distintos, porém inter-relacionados: (I) estudantes em processo de formação docente; (II) estudantes dos anos finais do Ensino Básico; (III) professores que formam futuros docentes; e (IV) professores atuantes na Educação Básica. Tal configuração amplia o escopo analítico da pesquisa, permitindo refletir sobre continuidades, rupturas e lacunas na abordagem educacional ao longo do processo formativo.

Sabendo que o processo de aprendizagem necessita vencer os obstáculos epistemológicos, acompanhar o desenvolvimento histórico-científico da evolução conceitual e construir mentalmente signos que dão suporte para que tal processo ocorra, a presente Tese buscou articular as investigações publicadas sobre epistemologia do conhecimento ambiental por meio do GPEB e pesquisas e discussões realizadas por meio do RDA com uma abordagem metodologicamente mista, utilizando-se de análises quanti e qualitativas, acerca da complexidade dos temas que permeiam a temática de Sustentabilidade no Ensino de Biologia.

A crescente degradação ambiental tem exposto, de maneira cada vez mais explícita, os limites dos atuais modelos de desenvolvimento e uso dos recursos naturais. Em todo o mundo, desastres ambientais de grandes proporções alertam a necessidade de repensar a relação entre sociedade e ambiente.

No Brasil, enchentes no Rio Grande do Sul, secas em 80% do território nacional e incêndios que devastaram o Pantanal, a Amazônia e o Cerrado nos últimos anos ilustram uma realidade alarmante: vastas áreas de biomas únicos vêm sendo comprometidas em função de práticas predatórias. No plano global, a intensificação de eventos climáticos, como furacões e ciclones e o aumento da temperatura média mundial revelam uma crise planetária que apresentará desastres naturais cada vez mais comuns e graves².

Nesse contexto, a necessidade de proteger o ambiente não pode ser concebida como uma pauta secundária, mas sim como fundamento essencial para a

² SALBERT, S. **Furacões, secas e inundações**: os desastres naturais que marcaram 2024. Veja, 26/12/2024. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/mundo/furacoes-secas-e-inundacoes-os-desastres-naturais-que-marcam-2024/>. Acesso em: 20/10/2024.

sobrevivência das sociedades e a manutenção da vida no planeta. A Sustentabilidade, portanto, envolve o cuidado com os ecossistemas, o uso racional dos recursos e o reconhecimento dos direitos das presentes e futuras gerações. Trata-se de um desafio que abrange desde as esferas sociais, até as político-econômicas, exigindo transformações profundas nas formas de pensar, produzir e educar.

Por mais de uma década, o GPEB realiza pesquisas e diagnósticos sobre epistemologia ambiental e, recentemente, um dos conhecimentos provenientes destas investigações apontou a necessidade de diagnósticos mais específicos sobre as representações de “conservação da biodiversidade” na formação inicial de professores.

Atenta a essa necessidade, e buscando um olhar mais aprofundado sobre a temática da proteção ambiental, esta Tese assume como relevante a investigação sobre três estratégias fundamentais de manejo ambiental: **preservação da biodiversidade, conservação da biodiversidade e restauração ambiental**, compreendendo-as como elementos centrais para o debate sobre o uso sustentável do ambiente.

Embora cada uma dessas estratégias possua fundamentos conceituais, normativos e etimológicos próprios, todas compartilham o objetivo comum de mitigar os impactos das atividades humanas sobre os ecossistemas e promover uma relação mais equilibrada entre sociedade e ambiente. Dessa forma, para fins desta pesquisa, o termo “proteção ambiental” será utilizado de forma integradora para designar tais estratégias, visando facilitar a comunicação das problematizações e dos resultados obtidos conforme o avanço das etapas desta investigação.

Além disso, a fim de garantir precisão terminológica, faz-se necessário explicitar a escolha dos termos que serão utilizados para referir-se ao objeto de estudo. Conforme as distinções conceituais apresentadas por Ribeiro e Cavassan (2013), o termo “natureza” será evitado nesta pesquisa, pois remete a uma entidade real, mas independente do sujeito consciente, “constituída por elementos que podem não estar diretamente e imediatamente em reação com um organismo” (p. 71).

De forma mais adequada aos objetivos do presente trabalho, opta-se pela utilização dos termos “ambiente” e “meio ambiente”. O termo *ambiente* refere-se à “natureza pensada ou representada pela mente humana” (Ribeiro; Cavassan, 2013, p. 71), ou seja, à porção da realidade natural que é apreendida, representada e,

portanto, socialmente construída. Já o *meio ambiente* está relacionado aos “elementos que envolvem ou cercam uma espécie ou indivíduo em particular, que são relevantes para o mesmo e que entram em interação efetiva” (p. 71).

Apesar de suas distinções epistemológicas, ambos os termos dialogam com a definição legal adotada pela Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) – a qual conceitua *meio ambiente* como “o conjunto de condições, leis, influências e infraestrutura de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. Assim, para os fins desta pesquisa, os termos *ambiente* e *meio ambiente* serão utilizados de forma intercambiável, sempre com a intenção de representar a dimensão relacional e sociocultural da interação entre seres humanos e os sistemas naturais.

De maneira recorrente, percebe-se que, apesar do volume crescente de discussões e informações sobre os impactos das ações humanas sobre o ambiente, observa-se uma alarmante escassez de práticas efetivas de proteção ambiental. Mesmo que as informações estejam disponíveis cotidianamente, com os mais diversos indivíduos tendo acesso facilitado a dados e campanhas na internet e nas redes sociais, os episódios de degradação, negligência ecológica e desastres ambientais ainda persistem.

Este cenário evidencia que, mais do que apenas transmitir informações, é urgente problematizar a interação humana descontrolada com o ambiente. É preciso formar cidadãos críticos, capazes de perceberem sua própria responsabilidade diante dos desafios ecológicos contemporâneos, a fim de que possam reconstruir valores, hábitos e práticas em direção a uma sociedade ambientalmente equilibrada.

Partindo do referencial teórico do epistemólogo Enrique Leff, entende-se que a crise ambiental é uma crise de conhecimentos; não só aqueles relacionados aos saberes científicos, mas também aos saberes tradicionais, culturais e locais, capazes de promover uma compreensão integrada do social e do natural.

Portanto, a compreensão significativa das estratégias de manejo ambiental (preservação da biodiversidade, conservação da biodiversidade e restauração ambiental) assume, para esta pesquisa, um papel de destaque: ela serve como um mecanismo formativo para a construção de uma consciência coletiva comprometida com o desenvolvimento sustentável.

Assim, aos futuros professores, reflete-se: os licenciandos em Ciências Biológicas possuem os saberes conceituais necessários para compartilhar os

conceitos de “Preservação da Biodiversidade”, “Restauração Ambiental” e “Conservação da Biodiversidade” e, assim, promover, em seus estudantes, atitudes cidadãs voltadas à proteção ambiental?

De forma adicional, é possível que os estudantes do Ensino Médio com formação técnica integrada possuam os conhecimentos adequados sobre as estratégias de manejo ambiental abordadas por esta pesquisa? Estes mesmos estudantes são capazes de uma atuação cidadã em prol da sustentabilidade?

Uma forma de reunir dados que nos direcionem ao entendimento dessas reflexões é a aplicação de um instrumento diagnóstico – ferramenta esta que possibilita o levantamento de concepções e percepções de diferentes atores sociais, proporcionando mais subsídios para interpretação de variados temas.

Para elaborar um instrumento diagnóstico que abrangesse os temas “Preservação da Biodiversidade”, “Restauração Ambiental” e “Conservação da Biodiversidade”, uniram-se o GPEB e o Laboratório de Epistemologia e Didática da Biologia (LEDiB), FFCLRP-USP, campus Ribeirão Preto, formando-se, assim, a Rede de Diagnóstico de Epistemologia do Ambiente (RDA). E, com base no trabalho de Caldeira *et al.* (2016)³, intitulado “Proposta de instrumento diagnóstico para fornecer indicativos acerca da compreensão dos conhecimentos biológicos e suas inter-relações”, elaborou-se o instrumento diagnóstico para a coleta de dados utilizado na pesquisa da presente Tese.

Portanto, a presente pesquisa teve como objetivo geral investigar as concepções de licenciandos em Ciências Biológicas e discentes do Ensino Básico sobre temáticas relacionadas à proteção ambiental e, em conjunto com docentes de cada um desse níveis de ensino, refletir sobre os possíveis caminhos para o contínuo aprimoramento educacional, articulando conhecimentos e estratégias de ensino, a fim de possibilitarem o exercício da cidadania a partir de ações sustentáveis entre ser humano e meio ambiente.

Com relação aos objetivos específicos desta pesquisa, os mesmos estão descritos a seguir:

³ CALDEIRA, A. M. de A.; SIEBERT, P. R.; CORRÊA, A. L.; MEGLHIORATTI, F. A.; FERNANDEZ, F. da R. B.; MARICATO, F. E.; JUSTINA, L. A. D.; ANDRADE, M. A. B. S.; OLIVEIRA, T. B.; AUGUSTO, T. G. da S. Proposta de instrumento diagnóstico para fornecer indicativos acerca da compreensão dos conhecimento biológicos e suas inter-relações. **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 11, n. 1, p. 128-146, 2016. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/10180>. Acesso em 07/08/2023.

1. Construir e aplicar o instrumento diagnóstico elaborado pelo RDA nos públicos-alvo desta pesquisa: (a) Licenciandos em Ciências Biológicas de uma universidade pública na cidade de Bauru - SP e (b) Discentes do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual (ETEC) de Bauru - SP, realizando o levantamento sobre a compreensão dos temas centrais de Sustentabilidade: “Preservação da Biodiversidade”, “Restauração Ambiental” e “Conservação da Biodiversidade”;
2. Analisar criticamente as diretrizes curriculares dos dois níveis de ensino contemplados nesta investigação – Educação Básica e Ensino Superior –, examinando, nos planos de ensino das disciplinas do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e nos planos de curso das formações técnicas do Ensino Médio, as organizações pedagógicas voltadas aos conceitos de proteção ambiental, a fim de identificar como tais conteúdos são estruturados e mobilizados no processo formativo;
3. Submeter o conjunto de dados obtidos nas análises quanti e qualitativa desta pesquisa à avaliação de (a) docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública de Bauru - SP e (b) docentes da disciplina de Biologia do Ensino Médio da ETEC de Bauru - SP, objetivando a reflexão sobre os resultados obtidos com o instrumento diagnóstico e as possíveis estratégias de ensino aplicáveis aos discentes sobre os três temas centrais abordados nesta pesquisa;
4. Sistematizar os determinantes das estratégias de ensino e das estruturas curriculares que influenciam os indicadores de aprendizagem relacionados à proteção ambiental, organizando os resultados de forma a compreender, de maneira integrada, as razões que sustentam os desempenhos observados nos diferentes níveis de ensino investigados.

CAPÍTULO 1

Sobre a relação
Ser Humano & Meio Ambiente

1. SOBRE A RELAÇÃO SER HUMANO & MEIO AMBIENTE

Em um recorte da História, a noção de “meio” - que antes representava, na linguagem dos físicos, um fluído no qual todos os corpos estavam mergulhados e uma espécie de “intermediário”, pelo qual os astros agiam uns sobre os outros, é ressignificada quando adentrarmos nas discussões biológicas, em especial nas teorias evolucionistas, nas quais “meio” passa a ser entendido como uma entidade, um elemento no qual um organismo vive e do qual depende para sobreviver.

Nesse sentido, naturalistas já indicavam que os seres vivos estariam submetidos à influência de circunstâncias externas, ou seja, do meio ambiente. Assim, historicamente, perpassamos por discussões referentes à relação dos seres vivos com o meio ambiente, desde uma visão de via unidirecional desta relação (ambiente → organismo), a qual resulta em mudanças na morfologia dos indivíduos para promover ganhos ou perdas morfológicas, caracterizando o uso ou desuso de certos órgãos; até uma visão de co-adaptação (ambiente & organismo), trazendo como fundamento que a relação biológica se pauta na relação entre as coisas vivas e outras coisas vivas, bem como das coisas vivas com o meio. Nesta co-adaptação, as consequências das atuações do ambiente eram diretamente sobre o organismo e indiretamente sobre o sistema reprodutivo de um organismo.

Nos dias atuais, as pesquisas sobre a relação dos seres vivos com o meio ambiente continuam. Citamos Eva Jablonka como uma das pioneiras no estudo da epigenética - teoria segundo a qual o meio ambiente também pode alterar o material e a herança genética. Em uma entrevista para O Globo, em 2013, a geneticista explica:

Há uns 30 anos, começamos a entender certos fenômenos, os chamados mecanismos epigenéticos, que possibilitam mudanças no status dos genes: não ativo, um pouco ativo, medianamente ativo e muito ativo. Certas situações do meio ambiente influenciam essas mudanças e isso pode passar de geração em geração. Se você toma muito sol, por exemplo, sua pele fica mais escura. Mas isso pode, no final das contas, afetar os gametas e causar falhas no DNA de transmissão hereditária.

Essa correlação entre organismo e ambiente constitui uma das categorias fundamentais da Biologia. Nesse contexto, a vida pode ser compreendida como a interação entre dois sistemas intimamente ligados: o organismo em si e o conjunto de condições externas que exercem influência sobre ele.

Agora, quando refletimos estritamente sobre a relação humana com a natureza, podemos nos questionar: “essa mesma abordagem, na qual organismo e ambiente se influenciam mutuamente, poderia ser aplicada ao próprio ser humano?”

Com algumas restrições, sim. Ribeiro (2012) explica que o ambiente humano pode ser analisado de maneira dual: referir-se tanto ao ambiente físico (condições climáticas, topografia, solo, elementos orgânicos e inorgânicos) quanto ao ambiente social ou sociológico, ambos influenciando-se reciprocamente. Ou seja, a noção de “ambiente” quando aplicada às organizações humanas, necessitou adquirir outro significado, uma vez que as ações humanas sobre o ambiente se diferenciam das ações dos demais seres por serem culturalmente determinadas (Ribeiro e Cavassan, 2013).

Tal questionamento pode ser respondido também por Eva Jablonka, em 2013 (ENSP/Fiocruz, 2024), quando aponta as quatro dimensões de herança: a genética, a epigenética, a comportamental e a da linguagem. A pesquisadora explica: “quando tentamos entender fenômenos na espécie humana, não podemos separar o que é genético do que é social. Está tudo interligado.”

Dessa forma, pode-se afirmar que a relação do ser humano com a natureza não é meramente instintiva. Ela é mediada por valores, interesses e contextos socioculturais que determinam a forma como os recursos naturais são utilizados. Atualmente, essa relação é muitas vezes exploratória, tendo impactos diretos no meio ambiente físico, o que afeta ecossistemas inteiros e coloca em risco a manutenção da vida no planeta.

No entanto, ao compreender a relação humana com o ambiente em sua abordagem história (ou pré-histórica), percebe-se que as interações nem sempre foram marcadas por exploração predatória. Albuquerque (2007, p. 30), reflete:

Se nosso ponto de partida for o mundo civilizado, teremos o risco de aceitar a idéia de que a dominação, a apropriação, a subjugação dos outros e as conseqüentes guerras, injustiças sociais, desigualdades, desequilíbrios e violências são intrínsecos à natureza humana, uma vez que essas são características que acompanham o homem desde que ele começou a considerar a si mesmo como um ser civilizado.

Então, o autor explica que milênios de anos antecederam o período considerado histórico e, assim, tais características citadas não são as únicas experienciadas pelos seres humanos: durante o período denominado pré-história (anterior à escrita), inúmeros povos viviam em parceria (Albuquerque, 2007).

Parceria esta que podemos compreender tanto entre os próprios seres humanos, quanto destes com o meio ambiente. Corroborando, então, Naves e Bernardes (2014), explicam que, nos primórdios, povos originários e comunidades tradicionais mantinham uma relação de dependência direta e de respeito aos ciclos naturais, marcada por práticas simbólicas, animistas e mitológicas que reconheciam o ambiente como sagrado e parte inseparável da vida.

Sobretudo no período Paleolítico, sociedades de caçadores-coletores viviam em pequenas comunidades nômades, organizadas de forma cooperativa e interdependente. O trabalho e os recursos eram partilhados, e a sobrevivência dependia de laços de confiança e da colaboração para caça, coleta e construção de abrigos (Albuquerque, 2007).

Mesmo com o surgimento da agricultura e da pecuária no Neolítico, muitas civilizações desenvolveram tecnologias e formas de organização social que mantinham uma convivência equilibrada com o ambiente, sem rompimento do vínculo simbólico e espiritual. Culturas matrísticas, centradas na figura da deusa-mãe, são exemplos de sociedades complexas que preservavam a igualdade social e a parceria ecológica, indicando que modos de vida sustentáveis em larga escala já foram possíveis (Albuquerque, 2007).

A percepção que tinham do mundo era muito diferente da nossa: as pessoas não se viam como seres separados da natureza. Para eles, a natureza era viva e, portanto, sentia e reagia, como todo ser vivo. Algumas sociedades tribais atuais – como as indígenas – são testemunhas vivas da relação entre o homem e a natureza no período pré-histórico. Para o homem pré-histórico, ele e a natureza eram um só, e não poderiam separar-se um do outro. (Albuquerque, 2007, p. 32)

Neste sentido, é válido destacar que o Relatório Global da IPBES (2019) indica que uma parcela substancial das terras do planeta é tradicionalmente manejada por Povos Indígenas e Comunidades Locais, com evidências de melhor conservação onde seus direitos e formas de governança são reconhecidos.

Assim, Diegues (2019), ao debater sobre a etnoconservação – uma das estratégias de manejo ambiental –, apresenta arranjos em mosaico entre Unidades de Proteção Integral e de Uso Sustentável que integram práticas, saberes e territórios de populações tradicionais, evidenciando possibilidades de aliar estratégias de proteção ambiental com o uso sustentável dos recursos naturais.

Albuquerque (2007) explica que as raízes de nossas crises globais atuais remontam a algumas grandes mudanças que foram ocorrendo gradativamente na

passagem do período pré-histórico para o período histórico. E, em um período mais atual, após a Revolução Industrial.

Diversos autores (Mattos, 2006; Albuquerque, 2007; Oliveira, 2009; Pott; Estrela, 2017; Weber; Gonçalves, 2024) apontam que esse processo marcou uma ruptura significativa na relação entre sociedade e ambiente, substituindo práticas de subsistência e manejo equilibrado por um modelo de exploração intensiva dos recursos naturais. A expansão tecnológica, associada à urbanização acelerada, ao consumo massivo e ao uso crescente de energia, desencadeou uma crise ecológica sem precedentes, caracterizada pela rápida perda de biodiversidade, pela degradação dos solos e pelas mudanças climáticas.

Então, é importante ressaltar que a preocupação com a proteção ambiental, derivada dos efeitos da ação humana exploratória sobre o meio ambiente, não é recente, nem exclusiva do Brasil. O Informe Social no Mundo, elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1982, já destacava alguns dos desafios globais:

[...] há algumas grandes esferas de preocupação que são comuns a todos os países, tais como a contaminação, que alcança níveis perigosos na água, no ar, no solo e nos seres vivos; a necessidade frequentemente urgente de conservar os recursos naturais não renováveis; as possíveis perturbações do equilíbrio ecológico da biosfera, emergentes da relação do homem com o meio ambiente, e as atividades nocivas para a saúde física, mental e social do homem no meio ambiente por ele criado particularmente no ambiente de vida e de trabalho (Prado, 2011, p. 65).

Diante desse cenário, diferentes correntes de pensamento ambiental refletem criticamente sobre a relação entre o ser humano e o meio ambiente, buscando não apenas formas de conservação da natureza, mas também limites éticos para a intervenção humana. Almeida (2007) apresenta três perspectivas ambientalistas que ajudam a compreender essa diversidade de posicionamentos: o antropocentrismo, que coloca o ser humano no centro das preocupações; o biocentrismo, que atribui valor intrínseco a todas as formas de vida; e o ecocentrismo, que considera os ecossistemas como totalidades integradas.

1.1 Biodiversidade

Para adentrarmos no conceito de Biodiversidade, Hofstatter (2016) faz a seguinte reflexão inicial, reforçando ainda mais a importante relação entre Homem e Meio Ambiente, e como devemos prezar pelo equilíbrio ecossistêmico:

Muitas vezes, quando pensamos em biodiversidade, pensamos apenas em uma floresta, ou em um oceano, talvez em espécies de plantas e animais. Sim, todas essas formas de vida fazem parte do que denominamos biodiversidade e isto inclui desde a diversidade das menores formas de vida, como microrganismos e bactérias, até os grandes grupos animais e vegetais com suas variações genéticas, além dos ecossistemas e suas formações rochosas, incluindo relevo, altitude e o clima.

Porém, não podemos esquecer que também somos parte da biodiversidade e que a biodiversidade está em tudo que faz parte deste mundo! Ela está presente nos campos ou na cidade: na culinária, na saúde, nos objetos, no que vestimos, nos nossos momentos de lazer (Hofstatter, 2016, p. 56).

De forma conceitual, o termo “Biodiversidade” é a forma contraída de “Diversidade Biológica”, publicado pela primeira vez em 1988 no livro, de mesmo título, de Edward O. Wilson. A obra define a biodiversidade como a variedade de organismos existente em todos os níveis biológicos, desde as variações genéticas dentro de uma mesma espécie até a diversidade de espécies, gêneros, famílias e demais categorias taxonômicas superiores. Inclui também a diversidade de ecossistemas, abrangendo as comunidades biológicas distribuídas em distintos habitats, bem como os fatores físicos que condicionam sua manutenção e sobrevivência (Wilson, 1992).

Com o passar dos anos, diversos autores revisaram tal definição de biodiversidade e incluíram maiores explicações e conceituações sobre o tema, como Dias (1996) e Lêveque (1999).

O documento "Convenção sobre Diversidade Biológica" (CDB) trata de todos os temas pertinentes à biodiversidade, de forma direta ou indireta, e tem desempenhado um papel essencial como base jurídica e política para convenções e tratados ambientais atuais. O documento foi elaborado durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (RIO-92) e foi promulgado no Brasil pelo Decreto Federal nº 2.519 de 16 de março de 1998, que define:

Diversidade biológica significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (BRASIL, 1998).

De forma similar, em 2001, Primack e Rodrigues, com embasamento na definição de diversidade biológica do Fundo Mundial para a Natureza de 1989 - "a riqueza da vida na terra, os milhões de plantas, animais e microorganismos, os genes que eles contêm e os intrincados ecossistemas que eles ajudam a construir no meio

ambiente" - propõem que a biodiversidade deve ser considerada em três níveis, todos indispensáveis para a sobrevivência dos seres vivos: diversidade das espécies, diversidade genética e diversidade de comunidade e de ecossistema.

A diversidade das espécies representa o alcance das adaptações evolucionárias e ecológicas das espécies em determinados ambientes. Ela fornece recursos e alternativas de recursos; por exemplo, uma floresta tropical com muitas espécies produz uma ampla variedade de plantas e produtos animais que podem ser usados para alimentação, abrigo e medicamentos.

A diversidade das espécies inclui a lista completa de espécies encontradas na Terra. Para Mora *et al.* (2011), é calculado que o número de espécies esteja em cerca de 8,7 ($\pm 1,3$) milhões de espécies, podendo algumas estimativas chegar a 100 milhões de espécies. Essa pesquisa utilizou métodos estatísticos baseados em padrões taxonômicos para estimar a diversidade de espécies, sugerindo que cerca de 86% das espécies terrestres e 91% das marinhas ainda não foram descritas pela ciência.

Desde então, essa estimativa tem sido amplamente citada em estudos sobre biodiversidade. No entanto, é importante notar que, até o momento, não foram publicadas novas estimativas globais significativamente diferentes.

Nesse mesmo sentido, conforme afirmaram Primack e Rodrigues em seu trabalho de 2001, os taxonomistas descreveram apenas 10% a 30% das espécies existentes no mundo. Wilson (2012), por sua vez, afirma que não conhecemos bem a vasta maioria das espécies, e considera que 90% delas ainda nem sequer receberam um nome científico. Estima-se que muitas espécies existentes nunca foram descritas; algumas novas surgiram e muitas já desapareceram sem que jamais fossem conhecidas (Wilson, 2012; Primack; Rodrigues, 2001).

Corroborando tais estimativas, atualmente, apenas 2,3 milhões de espécies foram descritas, segundo o Catalogue of Life, uma das fontes mais abrangentes e atualizadas sobre espécies descritas, compilando dados de especialistas em taxonomia de todo o mundo (CATALOGUE OF LIFE, 2025).

Uma espécie é geralmente definida de um ou dois modos: definição morfológica ou biológica. A primeira é relacionada às distinções morfológicas, fisiológicas ou bioquímicas, enquanto a segunda diz respeito à capacidade de procriação: um grupo de indivíduos pode potencialmente procriar entre si, mas não procria com indivíduos de outros grupos.

Os problemas para distinguir e identificar as espécies são comuns. Por exemplo, uma única espécie pode ter inúmeras variedades, as quais podem ter diferenças morfológicas observáveis, ou essas variedades podem ser tão semelhantes que esses indivíduos são considerados membros de uma única espécie biológica. Diferente do que acontece com as raças de cachorros, como pinscher, fila brasileiro e rottweiler, por exemplo, que pertencem todos a uma espécie e podem cruzar entre si a despeito de suas enormes diferenças. Por outro lado, existem "espécies-irmãs" que são muito semelhantes em sua morfologia ou fisiologia, mas são biologicamente distintas e não cruzam entre si, como a Peroba e Guatambu (Primack; Rodrigues, 2001).

Esta incapacidade de distinguir claramente uma espécie da outra, seja devido às semelhanças de características ou devido à confusão sobre o nome científico correto, frequentemente atrasa os esforços de preservação das espécies. E isto é um problema ainda mais sério em áreas de alta diversidade, como o nosso país (Primack; Rodrigues, 2001). Considerando toda a diversidade de espécies, é no Brasil que a maioria delas é encontrada (Wilson, 2012).

De acordo com dados mais recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possui aproximadamente 125.251 espécies de animais já descritas, incluindo vertebrados e invertebrados. Quanto à flora, estima-se a existência de cerca de 50.313 espécies de plantas, consolidando o país como líder mundial em diversidade vegetal (IBGE, 2023). Além disso, embora menos estudado, o grupo dos fungos conta com mais de 8.000 espécies conhecidas (Ministério do Meio Ambiente, 2023).

Conforme apontado anteriormente, esses dados, embora expressivos, referem-se apenas às espécies formalmente descritas e catalogadas. A comunidade científica reconhece que a biodiversidade brasileira é ainda subestimada. Estimativas indicam que o número real de espécies pode ultrapassar 2 milhões, considerando os grupos ainda não totalmente conhecidos, como os insetos, os fungos e os microrganismos (GEO BRASIL, 2002).

Assim, Wilson (2012, p. 352) assegura: "o país é um dos representantes de maior biodiversidade do planeta, o que aumenta a nossa responsabilidade para a sua preservação e conservação". A compreensão da magnitude da biodiversidade brasileira e de sua distribuição é fundamental, então, para o desenvolvimento de

políticas ambientais eficazes, programas de educação ambiental e estratégias de uso sustentável dos recursos naturais.

Em contraponto, Primack e Rodrigues (2001) expõem o quão difícil é elaborar leis precisas e eficazes para proteger uma espécie quando não se tem certeza do nome pelo qual deve ser chamada. Os autores explicam que a chave para a solução deste problema é o treinamento de taxonomistas, particularmente para trabalho nas áreas mais ricas em espécies da Terra, como os trópicos.

Os autores continuam:

Para se descobrir, catalogar e preservar a grande diversidade de espécies, uma nova geração de biólogos conservacionistas deve ser treinada, e maior prioridade deve ser dada a museus, universidades, organizações de conservação, e outras instituições que apóiam este trabalho. Tal mudança exigirá uma reversão total do pensamento político e social atual; governos e comunidades em todo o mundo devem perceber que a diversidade biológica é de extremo valor - na verdade, essencial, para a existência humana. Por último, a mudança ocorrerá somente se as pessoas sentirem que elas estão realmente perdendo algo de valor ao continuar a danificar as comunidades biológicas. Mas o que estamos perdendo? Por que alguém deveria se preocupar caso uma espécie se torne extinta? O que há precisamente de tão terrível na extinção? (Primack, Rodrigues, 2001, p. 35).

A base conceitual desta tese repousa sobre a afirmação de que conhecer é condição indispensável para agir. Como destaca Leff (2002, p. 191), “a crise ambiental é a crise do nosso tempo. O risco ecológico questiona o conhecimento do mundo”. Essa reflexão nos convoca a repensar os modos como produzimos, legitimamos e aplicamos o saber sobre o ambiente.

Para Leff (2002), a crise ecológica não é apenas um colapso dos sistemas naturais, mas também uma crise dos paradigmas modernos de conhecimento — aqueles que fragmentam, hierarquizam e instrumentalizam a natureza sem compreendê-la em sua complexidade. Por isso, ao desconsiderar a complexidade dos sistemas vivos e a interdependência entre os elementos que os compõem, esse modelo reducionista contribuiu para a degradação ambiental que hoje enfrentamos. Nesse sentido, o autor abre espaço para novos modos de saber que articulem ciência, ética, cultura e sensibilidade ecológica.

Em consonância com Primack e Rodrigues (2001), Leff (2009) aponta que só é possível intervir de maneira ética e responsável quando se compreende o que está em risco, as causas do desequilíbrio, os interesses envolvidos e os caminhos possíveis para a sustentabilidade. Assim, torna-se evidente que nenhuma ação de

preservação ou restauração ambiental pode ser efetiva se não estiver ancorada em um conhecimento crítico da realidade socioambiental.

Retomando a apresentação dos três níveis da diversidade biológica (diversidade das espécies, diversidade genética e diversidade de comunidade e de ecossistema), conforme propostos por Primack e Rodrigues (2001), explica-se a diversidade genética: as mutações são responsáveis pelas variações genéticas em uma população e tais variações possibilitam que as espécies se adaptem a um meio ambiente igualmente mutante. A diversidade genética é necessária para qualquer espécie manter a vitalidade reprodutiva, a resistência a doenças e a habilidade para se adaptar a mudanças.

A diversidade de comunidade e de ecossistema representa a resposta coletiva das espécies às diferentes condições ambientais. De forma geral, uma comunidade biológica é definida pelas espécies que ocupam uma determinada localidade e pelas interações entre essas espécies. Uma comunidade biológica juntamente com seu ambiente físico é chamada de ecossistema (Primack; Rodrigues, 2001).

Compreender essas estruturas é essencial para reconhecer o papel funcional da biodiversidade e seus efeitos nos fluxos de energia, nos ciclos biogeoquímicos e na estabilidade dos sistemas naturais. Entretanto, qualquer estratégia para conservar a diversidade biológica exige uma quantificação das espécies existentes e como elas estão distribuídas. Como já discutido, o nosso conhecimento da quantidade de espécies existentes no mundo é impreciso, seja pelos argumentos já destacados aqui ou porque espécies sem características marcantes não recebem muita atenção em sua taxonomia. Comunidades biológicas completamente novas ainda estão sendo descobertas, frequentemente em localidades extremamente remotas e inacessíveis aos humanos (Primack; Rodrigues, 2001).

Por outro lado, além das novas descobertas, é importante elucidar: a diversidade de espécies encontrada na Terra está aumentando desde que a vida começou. Este aumento, entretanto, não tem sido estável: é caracterizado por períodos de altas taxas de especiação, períodos de mudança mínima e episódios de extinção, todos parte do ciclo natural. Assim, se a extinção faz parte do processo natural, Primack e Rodrigues (2001) provocam: por que nos preocupamos com a perda de espécies?

Os autores afirmam que a resposta está nas taxas relativas de extinção e especiação: as atividades humanas estão causando extinção em uma proporção que

excede, em muito, a taxa de reposição das espécies. A perda de espécies que está ocorrendo no presente não tem precedentes, é única, e potencialmente irreversível.

Essa perda acelerada de espécies representa um ponto de inflexão na história da vida na Terra. Para Leff (2003), a crise ecológica contemporânea não é uma simples perturbação nos ciclos naturais, não é uma mudança natural; é uma transformação profunda da natureza induzida por uma concepção metafísica, filosófica, ética, científica e tecnológica do mundo (Leff, 2003, p. 19) — ou seja, induzida por uma forma de pensar que separa sujeito e natureza, reduzindo o ambiente a um objeto de exploração técnica e econômica. Assim, a degradação ambiental não decorre apenas de ações pontuais ou descoordenadas, mas de um modo de pensar e agir que precisa ser urgentemente revisto.

Além dos impactos evidentes, como a escassez alimentar, a insegurança hídrica e o aumento do risco de doenças, a perda de biodiversidade implica também riscos à dimensão simbólica e cognitiva da experiência humana. De acordo com Wilson (1984), nosso cérebro evoluiu em um contexto de elevada diversidade biológica. Por isso, a destruição de ecossistemas e a redução da variabilidade genética e dos processos bioquímicos configuram um passo arriscado para a integridade psicossomática da espécie humana. Como destaca o autor, “o mundo natural é o mundo mais rico em informações que as pessoas jamais encontrarão” (Wilson, apud Almeida *et al.*, ANO), e sua perda, portanto, representa não apenas um empobrecimento ecológico, mas também um empobrecimento da própria consciência humana.

Entre os principais vetores da perda de biodiversidade, destacam-se o desmatamento e a degradação de habitats naturais, que representam formas significativas e contínuas de impacto humano sobre a natureza. A conversão de florestas em áreas agrícolas, urbanas e industriais tem sido diretamente associada à redução de espécies e à fragmentação de ecossistemas. Laurance *et al.* (2014), em *The Fate of the Amazon*, analisam os impactos do desmatamento, da mineração e da expansão agropecuária na Amazônia, alertando para as consequências negativas dessas atividades sobre a biodiversidade, os ecossistemas e as comunidades locais que deles dependem.

A essa problemática soma-se a exploração excessiva dos recursos naturais, como no caso da pesca intensiva e da extração descontrolada de madeira e minerais, que têm levado ao esgotamento de estoques e à degradação ambiental em larga

escala. Ommer *et al.* (2011), em *World Fisheries: A Social-Ecological Analysis*, evidenciam que os desafios da gestão sustentável dos recursos pesqueiros não se limitam a fatores biológicos, mas estão fortemente imbricados em contextos sociais, econômicos e políticos. Os autores abordam, ainda, os impactos da degradação dos ecossistemas marinhos, incluindo a perda de biodiversidade, os conflitos de uso, as mudanças climáticas e as pressões socioeconômicas que intensificam a sobrepesca.

Outro fator crítico é a poluição do ar, da água e do solo. Pioneira nessa discussão, Rachel Carson, cientista e escritora norte-americana, em sua obra *Silent Spring* (1962), denunciou os efeitos dos pesticidas sintéticos, em especial o DDT (diclorodifeniltricloroetano), sobre a vida selvagem e os riscos associados à saúde humana. Carson documentou a diminuição de populações de aves e outros predadores de topo em função da contaminação química, além de alertar para os potenciais efeitos adversos desses compostos, como distúrbios neurológicos e o desenvolvimento de câncer em humanos. Sua obra provocou uma inflexão ética, ao questionar o modelo de sociedade que prioriza o lucro financeiro em detrimento da saúde pública e da integridade ecológica.

Enrique Leff (2010) provoca tal reflexão ao discutir a crise ambiental como resultado da relação entre o ser humano e o meio natural, estruturada sob a lógica do capitalismo. Ao longo da história, a humanidade vem interagindo com o planeta, promovendo transformações progressivas. No entanto, é com a modernidade e, sobretudo, com as revoluções industriais, que essa relação passa a ser marcada por um processo acelerado e descontrolado de exploração da natureza: a ideia de abundância dos recursos naturais predominava, o que afastava qualquer preocupação com sua exploração predatória e os limites ecológicos do planeta. O abandono dos modos de vida sustentáveis, tradicionalmente praticados por comunidades originárias, contribuiu diretamente para o cenário atual de escassez e degradação ambiental.

A deterioração ambiental, a devastação dos recursos naturais e seus efeitos nos problemas ambientais globais (perdas de biodiversidade, desmatamento, contaminação da água e solo, erosão, desertificação e, inclusive, a contribuição da América Latina ao aquecimento global e diminuição da camada de ozônio), são em grande parte consequência dos padrões de industrialização, centralização econômica, concentração urbana, capitalização do campo, homogeneização do uso do solo e uso de fontes não renováveis de energia (Leff, 2009, p. 42).

Nessa mesma direção, Gasda (2010, p. 125) afirma que foi a partir da Revolução Industrial que a relação entre ser humano e meio ambiente foi drasticamente alterada. O autor observa que “as possibilidades de uma sociedade realmente sustentável foram eliminadas pelo tipo de relação desenvolvido entre o ser humano e a natureza”, ressaltando que “a Terra tem limite”.

Então, entende-se que o sujeito moderno, munido do conhecimento técnico-científico, transforma o mundo à sua volta e a si mesmo em um processo marcado por conflitos: o homem contra a natureza, o homem contra o próprio homem, a tecnologia como solução universal e o crescimento econômico como promessa de felicidade. No entanto, com o objetivo de satisfazer seus interesses, impulsionado por uma racionalidade econômica-capitalista que privilegia o crescimento e o consumo, ocasiona a crise ambiental enfrentada na contemporaneidade (Gasda, 2010; Leff, 2009).

Precisaríamos de quatro planetas para sustentar a sociedade de consumo dos países desenvolvidos. Essa sociedade é marcada por uma lógica que incentiva o consumo contínuo como motor da economia, associando bem-estar à aquisição constante de bens. Para manter esse ciclo, estimula-se a produção em larga escala, o uso intensivo de recursos naturais e a geração de resíduos em níveis alarmantes. É um modelo que opera sob a falsa premissa de abundância ilimitada, promovendo uma cultura do desperdício e de industrialização predatória, mas é essencial ressaltar: o planeta não dispõe de energia nem de matérias-primas suficientes para sustentar tantos consumidores — e muito menos para suportar esse padrão de consumo expandido a nível global.

Portanto, com base na compreensão de que o sistema capitalista usufrui desarmonicamente dos recursos naturais e coloca em risco não só a qualidade de vida da população atual, mas também das próximas gerações, o epistemólogo Enrique Leff (2010, p. 21) descreve:

A teoria econômica constitui-se como um paradigma ideológico-teórico-político — como uma estratégia de poder — que, desde seus pressupostos ideológicos e seus princípios mecanicistas — a mão invisível e o espírito empresarial; a criação da riqueza e do bem comum a partir do egoísmo individual e da iniciativa privada; o equilíbrio da oferta e da procura, dos preços e valores do mercado, dos fatores de produção —, gerou um mundo que transborda sobre suas externalidades: entropização dos processos produtivos, alteração dos equilíbrios ecológicos do planeta, destruição dos ecossistemas, esgotamento de recursos naturais, degradação ambiental, aquecimento global, desigualdade social, pobreza extrema.

Primack e Rodrigues (2001, p. 62) também apresentam discussões socioambientais críticas ao capitalismo e refletem:

Em um sistema econômico mundial no qual milhões de crianças morrem a cada ano por doença, desnutrição, crime e guerra, e no qual milhares de espécies raras tomam-se extintas anualmente, devido à destruição do habitat, nós precisamos de pequenas ou grandes alterações?

Considerando, então, que a espécie humana já extrapolou alguns dos limites dos sistemas que garantem a sustentabilidade da vida no planeta (Rockström *et al.*, 2009), torna-se urgente reconsiderar as formas de intervenção humana e os impactos das práticas sociais, econômicas e tecnológicas sobre os ecossistemas. A manutenção da vida — em toda a sua complexidade — depende do reconhecimento de que o modelo vigente de desenvolvimento tem levado a um esgotamento progressivo dos recursos naturais, comprometendo os processos que sustentam a biosfera.

Como adverte Milaré (2014, p. 53): “é uma questão de vida ou morte, não apenas de animais ou plantas, mas do próprio homem e do Planeta que o abriga”. Essa constatação sintetiza a gravidade da crise ecológica atual, cuja origem não reside apenas na destruição física do meio ambiente, mas na lógica civilizatória que orienta a relação entre ser humano e natureza. A superação desse cenário exige uma transformação profunda dos modos de conhecer, produzir e habitar o mundo.

Para o economista francês Serge Latouche, a única alternativa possível contra a destruição da vida no planeta está no abandono da lógica do crescimento pelo crescimento — cuja engrenagem é movida, essencialmente, pela busca incessante de acúmulo de capital (Gasda, 2010). Essa crítica aponta para a necessidade urgente de reavaliar os fundamentos econômicos e civilizatórios que orientam nossas sociedades, sobretudo diante do esgotamento dos recursos naturais e do aprofundamento das desigualdades sociais. Nesse contexto, a crise ambiental não se apresenta de forma isolada, mas como expressão de uma crise mais ampla e profunda: uma crise de sentido, de paradigmas e de valores que sustentam a forma como interpretamos e nos relacionamos com o mundo.

Trata-se, sobretudo, de uma crise ética. O avanço técnico-econômico não foi acompanhado por um equivalente desenvolvimento ético: tornamo-nos tecnologicamente sofisticados, mas permanecemos eticamente despreparados para lidar com os efeitos de nossas escolhas. A pergunta pela sustentabilidade, portanto,

recoloca no centro o desafio de sobrevivermos como espécie sem nos autodestruir. Superar essa crise exige a construção de novos paradigmas, valores e lógicas sociais que promovam uma consciência crítica e responsável sobre o impacto de nossas ações.

Assim, é a partir dessa ruptura necessária que se inicia, de forma mais contundente, o debate em torno da sustentabilidade.

1.2 Sustentabilidade & Desenvolvimento Sustentável

Há poucas palavras mais usadas hoje do que o substantivo sustentabilidade e o adjetivo sustentável. Pelos governos, pelas empresas, pela diplomacia e pelos meios de comunicação. É uma etiqueta que se procura colar nos produtos e nos processos de sua confecção para agregar-lhes valor. Não se pode negar que em algumas regiões se logrou implantar uma lógica sustentável nos processos de produção, na agroecologia, na geração de energias alternativas, no reflorestamento, no tratamento de material reciclável e nos sumidouros de dejetos, na forma de morar e de organizar os transportes. São experimentos regionais de valor, mas essa não é a dinâmica global necessária, face à geral degradação do planeta, da natureza e da escassez de recursos. São ilhas no meio de um mar encapelado pelas muitas crises (Boff, 2017, prefácio).

É assim que Leonardo Boff, em seu livro “Sustentabilidade: o que é e o que não é” de 2017, inicia o seu prefácio. O autor afirma que, atualmente e frequentemente, a palavra “sustentabilidade” é utilizada com falsidade ideológica para ocultar problemas de agressão à natureza. É utilizada como marketing comercial apenas para vender e lucrar.

Boff (2017), contrapondo-se a esse uso, apresenta o que fundamentalmente significa a sustentabilidade: o conjunto de processos e ações que destinam a manter a vitalidade e a integridade do planeta, a preservação dos ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações e a continuidade a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas várias expressões.

Assim, a criação de um modo sustentável de vida é um modo de ser e de viver que exige alinhar as práticas humanas às potencialidades limitadas de cada bioma e às necessidades das presentes e das futuras gerações (Boff, 2017).

De forma a conceituar “sustentabilidade” e explicar, historicamente a sua origem, é importante compreender que não é um termo novo: em 1560, pela primeira vez, na Alemanha, houve a preocupação com o uso racional dos recursos florestais, visto que à época, a madeira era a matéria-prima essencial para a vida - desde

construção de casas e combustível para cozinhar até sua utilização para fundir metais nas construções de barcos (Boff, 2017).

Foi nesse contexto que surgiu a palavra alemã *Nachhaltigkeit*, ou seja, “sustentabilidade”, indicando a necessidade do uso racional das florestas para que elas pudessem se regenerar e se manter permanentemente. E, em 1795, afirmou-se, por Carl Georg Ludwig Hartig, a importância de analisar o desflorestamento e usar as florestas, garantindo que as futuras gerações tenham as mesmas vantagens que a atual (Boff, 2017).

Várias décadas depois, em 1970, foi criado o Clube de Roma, que publicou o trabalho “Limites do crescimento”, no qual postulava-se que, para se alcançar a estabilidade econômica e ecológica, fazia-se necessário o congelamento do crescimento da população global e do capital industrial, mostrando a realidade dos recursos limitados e indicando um forte viés para o controle demográfico (Jacobi, 1999).

O alarme provocado por esse trabalho levou a Organização das Nações Unidas (ONU) a se mobilizar, resultando, em 1972, na realização da Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, em Estocolmo. Esse evento marcou um importante ponto de inflexão nas discussões internacionais, culminando na criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (Boff, 2017) e na disseminação do termo “desenvolvimento sustentável”.

À época, predominava em muitos países subdesenvolvidos, inclusive no Brasil, a lógica do “poluir para desenvolver”, que associava crescimento econômico à exploração intensiva dos recursos naturais, sem considerar os danos ambientais gerados. Em resposta a esse modelo, surgiu a tentativa de conciliar progresso econômico com preservação ambiental — e é nesse contexto que se consolida a expressão desenvolvimento sustentável, amplamente difundida desde então (Prado, 2011, p. 67).

O conceito de desenvolvimento sustentável pressupõe a soma entre os recursos naturais e os recursos produzidos pelo ser humano, com a condição de que nenhum deles seja reduzido de uma geração para outra. Seu princípio básico está fundamentado na manutenção das bases vitais para a existência humana e suas atividades, assegurando uma relação equilibrada entre sociedade e natureza, de forma que as futuras gerações também possam usufruir dos mesmos recursos disponíveis na atualidade (Silva, 2002; Fiorillo, 2009).

Embora outros termos e abordagens tenham sido propostos nas décadas seguintes — inclusive por meio de novas conferências e relatórios internacionais —, foi o conceito de desenvolvimento sustentável que inaugurou, de forma mais ampla, o desafio de transformar preocupações ambientais em políticas concretas. Seu impacto reside justamente na transição do discurso à ação, exigindo a articulação entre responsabilidade ética, justiça intergeracional e práticas sustentáveis:

As dimensões apontadas pelo conceito de desenvolvimento sustentável contemplam o cálculo econômico, o aspecto biofísico e o componente sociopolítico, enquanto referenciais para a interpretação do mundo e para possibilitar interferências na lógica predatória prevalecente (Jacobi, 1999, p. 178).

Nesse movimento de amadurecimento das discussões internacionais, após a difusão do conceito de desenvolvimento sustentável e os desdobramentos políticos e éticos que ele exigiu, emergiu a percepção da necessidade de um documento que orientasse de forma mais clara e global os valores fundamentais para a construção de uma sociedade sustentável. Essa lacuna, identificada já no Relatório Brundtland (1987), motivou a elaboração da Carta da Terra, resultado de um processo participativo e internacional que durou seis anos.

Publicada no início do século XXI, a Carta consolida princípios universais para uma sociedade rumo à sustentabilidade, os quais foram organizados em torno de quatro pilares centrais: (1) Respeitar e cuidar da comunidade de vida; (2) Integridade ecológica; (3) Justiça social e econômica e (4) Democracia, não violência e paz. Nesse sentido, ela representa o aprofundamento da agenda iniciada em Estocolmo, oferecendo um arcabouço ético e político essencial à implementação de ações sustentáveis em escala global.

Em seu preâmbulo, a Carta dispõe:

Estamos diante de um momento crítico na história da Terra, numa época em que a humanidade deve escolher o seu futuro. À medida que o mundo torna-se cada vez mais interdependente e frágil, o futuro enfrenta, ao mesmo tempo, grandes perigos e grandes promessas. Para seguir adiante, devemos reconhecer que, no meio da uma magnífica diversidade de culturas e formas de vida, somos uma família humana e uma comunidade terrestre com um destino comum. Devemos somar forças para gerar uma sociedade sustentável global baseada no respeito pela natureza, nos direitos humanos universais, na justiça econômica e numa cultura da paz. Para chegar a este propósito, é imperativo que nós, os povos da Terra, declaremos nossa responsabilidade uns para com os outros, com a grande comunidade da vida, e com as futuras gerações (Brasil, 2000, on-line).

Ao propor um conjunto de princípios éticos universais voltados à justiça socioambiental e ao respeito à vida, a Carta da Terra contribuiu significativamente para consolidar a sustentabilidade como um valor orientador de ações e políticas em escala global. No entanto, à medida que o termo se expandiu e passou a ser incorporado em diferentes campos e discursos, tornou-se também mais complexo e, por vezes, ambíguo.

O conceito de sustentabilidade foi muito bem apresentado e classificado em oito dimensões por Sachs (2004): social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política nacional e internacional. Essa estrutura evidencia o caráter multidimensional do conceito, revelando sua natureza transversal e seu potencial de articulação com diversas áreas do conhecimento. Ao tratar dessas dimensões de forma integrada, a sustentabilidade deixa de ser apenas um princípio abstrato e passa a ser uma diretriz concreta para formulação de políticas públicas, projetos sociais e estratégias de gestão ambiental.

Com a crescente utilização do termo às mais variadas aplicabilidades e contexto, é importante destacar que não existe uma definição de sustentabilidade universalmente aceita (Romeiro, 2001). Ao longo de sua evolução, a definição do termo é permeada de contradições semânticas e ideológicas: há quem defenda que há diferença entre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável e há quem entenda os termos como sinônimos.

Para Ultramari (2003), é importante distinguir sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: a primeira é um ideal difícil de ser plenamente alcançado; já o segundo corresponde a um processo contínuo, orientado para o futuro, sem que o presente seja negligenciado. Assim, desenvolvimento sustentável, como um processo, é contínuo, e a sustentabilidade é um fim.

Nessa perspectiva, o desenvolvimento sustentável busca garantir a melhoria da qualidade de vida presente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem suas próprias necessidades. Para Marujo (2021), o desenvolvimento sustentável precisa ser melhor compreendido e fundamentado cientificamente para que possa orientar decisões de forma responsável e realista. É nesse sentido que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela ONU, ganham relevância: eles oferecem um conjunto de metas e indicadores que permitem monitorar os avanços sociais, econômicos e ambientais de maneira integrada (PNUD, 2015).

Contudo, algumas correntes críticas questionam a viabilidade do desenvolvimento sustentável dentro dos moldes econômicos atuais. A ideia de solucionar os problemas ambientais mantendo ou ampliando os níveis de produção material é vista como contraditória e falaciosa. Argumenta-se que não basta estabilizar a atividade econômica — é preciso repensar radicalmente o modelo de crescimento, considerando, inclusive, a necessidade de desaceleração ou de decrescimento em determinadas áreas. Essa visão mais radical convida à reflexão: seria possível conciliar desenvolvimento com sustentabilidade dentro de um sistema que ainda opera majoritariamente sob as lógicas do consumo e da acumulação?

Essa reflexão sobre os limites do desenvolvimento sustentável dentro da lógica econômica vigente ganha contornos ainda mais nítidos quando observamos como o termo “sustentabilidade” tem sido utilizado em diferentes contextos. Um exemplo emblemático pode ser encontrado na análise realizada por Kirchof, Wortmann e Bonin (2011). Os autores analisaram algumas peças publicitárias do suplemento Nosso Mundo Sustentável, do jornal Zero Hora. Ao longo de diversas edições entre 2010 e 2011, o suplemento apresentava reportagens que articulavam a sustentabilidade não apenas à preservação ambiental, mas também à sustentabilidade do negócio da Souza Cruz — empresa responsável pela produção e comercialização de cigarros no Brasil.

Em algumas peças, o termo “sustentabilidade” é utilizado para indicar a relação com a apropriação do meio ambiente; a geração de renda; empregabilidade e bem-estar de trabalhadores; responsabilidade social; e a preocupação com as futuras gerações. Assim, a análise evidenciou como o conceito de sustentabilidade pode ser apropriado de forma ambígua e estratégica, esvaziando seu potencial transformador.

Essa sobreposição de sentidos revela um “ambientalismo hibridado”, no qual os valores ecológicos são instrumentalizados por interesses econômicos, muitas vezes em contradição com os próprios princípios da Sustentabilidade. Assim, quando a sustentabilidade é usada para sustentar a imagem de negócios cujas práticas são estruturalmente insustentáveis, ela perde força como ferramenta crítica e se converte em marketing.

Esse esvaziamento conceitual da sustentabilidade, muitas vezes transformada em instrumento de legitimação de práticas insustentáveis, não ocorre de forma isolada. Ele se insere em um contexto mais amplo de desigualdade estrutural e de

concentração de poder econômico e político, no qual as dinâmicas globais de produção e consumo favorecem historicamente os centros hegemônicos.

Jacobi (1999) explica que o acelerado desequilíbrio na apropriação e utilização dos recursos naturais e do capital ecológico, sistematicamente favorecendo os centros dominantes do sistema econômico - nações mais desenvolvidas, intensifica os desafios relacionados ao meio ambiente e ao desenvolvimento (Jacobi, 1999).

Leff (2001, p.199-200) também afirma:

A dependência científico-tecnológica manifesta-se como uma relação disfuncional entre o custo e as condições de aquisição do conhecimento importado; nas capacidades de cada país, cada indústria e cada comunidade para sua apropriação, adaptação e operação; no desaproveitamento e destruição dos recursos naturais e culturais devido à implantação de modelos tecnológicos externos; e no intercâmbio desigual entre produtos primários e mercadorias tecnológicas estabelecido pelas condições do mercado.

Jacobi (1999) continua: a distribuição desigual dos recursos do planeta, aliada às disparidades de poder econômico e político, acentua de maneira desproporcional as desigualdades sociais, bem como os impactos ambientais. À medida que o sistema econômico global se aproxima dos limites ecológicos do planeta, o autor questiona: “como superar as contradições e qual o alcance de propostas alternativas no atual cenário mundial? (p. 179)”.

Nesse cenário, diferentes autores defendem a necessidade de repensar o desenvolvimento sustentável a partir de uma nova base ética. Para Schwartzman (1999), o desenvolvimento sustentável deve ser compreendido como uma ideologia, um valor, uma ética. Nessa mesma direção, Brügger (1994) compreende tanto a sustentabilidade quanto o desenvolvimento sustentável como expressões de uma nova visão de mundo — que precisa ser aplicada de forma transversal à economia, à política, à educação, à cultura e às relações com a natureza, criando assim os fundamentos de uma ética ambiental - entendida como moral, evidenciando a necessidade de uma mudança de postura nos comportamentos individuais e coletivos.

Silva e Mendes (2005) acrescentam que, a partir dessa reconfiguração de valores, emerge o chamado "capitalismo natural", um modelo descrito por Menezes *et al.* (2011, p. 5) como aquele que “se fundamenta na valoração dos seres e sistemas vivos, na dignidade humana e na produção de melhores condições de trabalho e de vida”. Ainda que se trate de uma proposta controversa, ela aponta para tentativas de

reconciliação entre mercado e sustentabilidade, mesmo dentro das lógicas capitalistas.

Contudo, como evidenciado no exemplo anterior do jornal Zero Hora, a simples incorporação do vocabulário da sustentabilidade por instituições e corporações não garante compromisso real com seus princípios fundantes. O caso analisado demonstra a urgência de retomar a sustentabilidade em sua dimensão ética, política e ecológica, compreendendo-a como um compromisso genuíno com a vida e a justiça socioambiental — e não como um ornamento discursivo para legitimar formas de exploração econômica e ambiental.

É nesse sentido que Enrique Leff (2009) aprofunda sua crítica à apropriação da sustentabilidade pelos discursos dominantes. Para o autor, o problema central reside na racionalidade econômica que rege as políticas e práticas associadas à crise ambiental. Em grande parte dos casos, o discurso da sustentabilidade é instrumentalizado para manter a lógica do crescimento econômico, desvinculado de uma relação real com os limites ecológicos do planeta.

Ao realizar críticas à racionalidade econômica, Leff (2009) aponta a necessidade de um novo modelo, que chama de racionalidade ambiental, fundada na capacidade produtiva da natureza. Ele destaca, nesse contexto, a valorização da diversidade étnica e cultural, bem como o reconhecimento das múltiplas formas de manejo da biodiversidade praticadas por comunidades tradicionais.

Para o autor, tais práticas representam alternativas concretas à lógica produtivista e apontam caminhos para uma nova racionalidade: a racionalidade ambiental. Trata-se de uma política do ser, da diversidade e da diferença — que reformula o sentido do uso da natureza na produção e abre novas perspectivas para a construção social de um futuro sustentável (Leff, 2009).

Além disso, Leff propõe que o modelo de produção baseado nessa nova racionalidade respeite três níveis de produtividade: produtividade cultural, que considera o conhecimento local sobre o uso e a fertilidade dos ecossistemas; produtividade ecológica, que busca manter os ciclos naturais e as funções dos ecossistemas; e produtividade tecnológica eficiente, que incorpora tecnologias que estejam alinhadas às duas primeiras, possibilitando a autogestão dos recursos naturais pelas comunidades (Leff, 2009).

Entretanto, apesar de seu potencial transformador, Leff (2009) reconhece que esse modelo enfrenta resistências significativas, oriundas das inércias teóricas, dos

obstáculos epistemológicos, das estruturas institucionais rígidas e, sobretudo, dos interesses políticos e econômicos que sustentam a racionalidade dominante.

Outros autores também compartilham estratégias para, tentativamente, superarmos a crise ambiental; articulando conhecimentos científicos e saberes tradicionais, promovendo a conservação e o manejo sustentável da biodiversidade.

Um exemplo dessa articulação pode ser visto nos sete princípios para a conservação - propostos por Primack e Rodrigues (2001): (1) Toda espécie tem o direito de existir; (2) todas as espécies são interdependentes; (3) a natureza tem um valor estético e espiritual que transcende seu valor econômico; (4) a sociedade tem a responsabilidade de proteger a Terra; (5) a diversidade biológica é necessária para determinar a origem da vida: quando as espécies se tornam extintas, pistas importantes de como a vida originou-se são perdidas; (6) os humanos devem viver dentro das mesmas limitações em que vivem outras espécies: cada espécie utiliza recursos de seu ambiente para sobreviver e a densidade de uma espécie se reduz quando seus recursos tornam-se escassos; (7) o respeito pela vida e diversidade humana é compatível com o respeito pela diversidade biológica: a apreciação da complexidade da cultura humana e do mundo natural faz com que as pessoas respeitem todas as formas de vida.

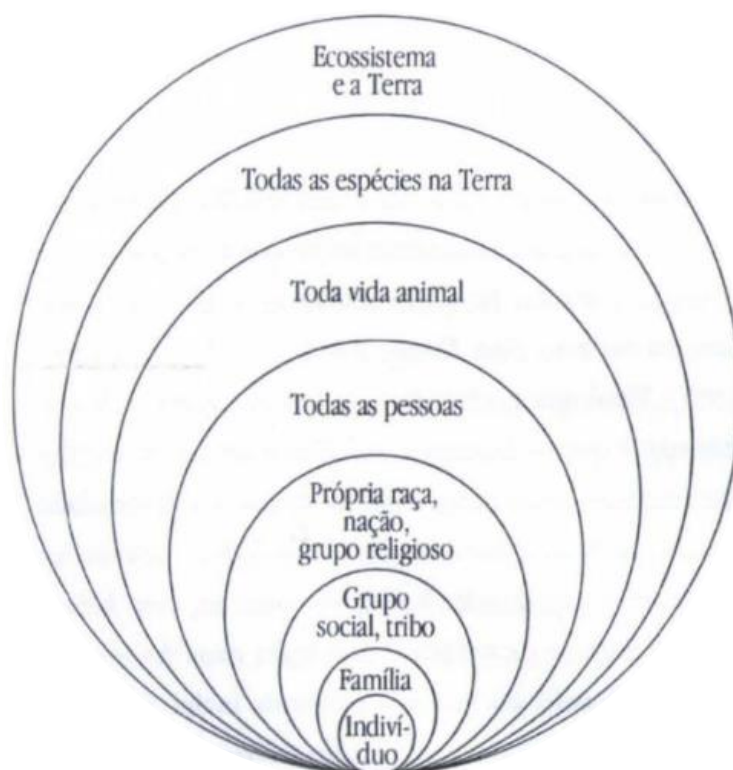
O conceito de biofilia, proposto por Wilson (1984), contribui significativamente para as reflexões sobre a conservação da biodiversidade e os princípios éticos que orientam a relação entre humanos e natureza. De acordo com o autor, os seres humanos possuem uma tendência inata, evolutiva e biológica de buscar conexões com a natureza e outras formas de vida. Essa inclinação natural implica que nosso bem-estar físico, emocional e cognitivo está profundamente relacionado à presença de ambientes naturais e seres vivos. A biofilia não se limita a uma apreciação estética da natureza, mas manifesta-se como uma necessidade psicológica e afetiva de pertencimento ao mundo natural, o que sugere uma base antropológica para o desenvolvimento de atitudes éticas em relação ao meio ambiente.

Essa perspectiva está diretamente relacionada ao terceiro e sétimo princípios da conservação propostos por Primack e Rodrigues (2001): o reconhecimento de que a natureza possui um valor que transcende o econômico — incluindo dimensões espirituais e estéticas — e a ideia de que o respeito à diversidade biológica é compatível com o respeito à diversidade humana. Assim, a biofilia pode ser interpretada como um fundamento psicológico que favorece o engajamento das

peessoas em práticas de cuidado com a vida, reforçando o argumento de que a ética ambiental não é apenas construída socialmente, mas também encontra respaldo em dimensões subjetivas e profundas da condição humana.

Nesse mesmo sentido, Primack e Rodrigues (2001) destacam que a maturidade humana envolve a ampliação do senso moral para além do individual ou do imediato. Trata-se de um processo progressivo de identificação com todas as formas de vida, que leva à valorização do outro — seja ele humano, animal ou vegetal — e ao reconhecimento de seus direitos à existência. Esta visão engloba um círculo em expansão das obrigações morais, saindo de si mesmo para incluir deveres com aqueles da sua família, do seu grupo social, de toda a humanidade, animais, todas as espécies e, finalmente, a todo o planeta (Figura 1).

Figura 1 - Hierarquia ética, onde a preocupação individual se estende para níveis cada vez mais amplos, além do indivíduo.



Fonte: Noss (1992), citado por Primack; Rodrigues (2001).

Dessa forma, se por um lado a biofilia evidencia a dimensão individual e inata da conexão com a natureza, por outro, ela também aponta para a possibilidade de construção de uma ética ambiental coletiva, à medida que essa conexão se transforma em consciência e responsabilidade. O reconhecimento do valor intrínseco das formas de vida e a ampliação do círculo ético propostos por Primack e Rodrigues

(2001) encontram ressonância na proposta de Leff (2002), ao afirmar que as transformações ambientais significativas não ocorrerão por meio de ações isoladas, mas sim através de esforços conjuntos e solidários, pautados na cooperação, na corresponsabilidade e na articulação entre saberes e práticas sociais.

Assim, à medida que o ser humano expande sua percepção dos problemas ambientais, passando do individual para o coletivo, cresce também a necessidade de adotar práticas concretas que minimizem os impactos sobre o meio ambiente.

Esse movimento de conscientização, o interesse da sociedade em proteger e/ou conservar a biodiversidade se intensificou nas décadas finais do século XX e início do século XXI, assim como aponta Primack (2010) em consonância com Leff (2002), quando este explica a emergência da crise ambiental na década de 1960.

Sarkar (2005) apresenta dois mitos que, para o autor, influenciam profundamente as ideologias que modulam a natureza de nossa preocupação com o ambiente: o *“myth of lost futures”* e o *“myth of the golden age”*, os quais estão diretamente ligados à nossa necessidade de utilização sustentável dos recursos para a manutenção destes às gerações futuras.

No “mito do futuro perdido” (*“myth of lost futures”*), a preocupação com o ambiente decorre da ideia de que o futuro dos ambientes foi destruído, nos deixando um futuro com poucas opções possíveis. O ser humano teria à sua disposição um ambiente com quantidade limitada de recursos, o que influenciaria tanto a economia quanto o desenvolvimento científico. Dois tipos de ideologia que enquadram a relação entre a nossa existência humana e o mundo que nos rodeia fazem parte desta visão: (i) uma ideologia científica (ou intelectual) e (ii) uma ideologia econômica (Sarkar, 2005).

A primeira ideologia é relacionada à compreensão de que o ambiente produz bens físicos direto para o consumo humano. Assim, a necessidade e a urgência de “cuidar” do ambiente e de se responsabilizar por ele é dessa geração: se não fizermos isso, não restará nada para a próxima. Portanto, a ideologia científica reforça muitos posicionamentos conservacionistas atuais como: “Quanto conhecimento está sendo perdido devido à extinção de espécies?” ou “Qual mundo deixaremos para nossos filhos?” (Sarkar, 2005).

Esta ideologia é reforçada e ampliada por meio da segunda ideologia, a econômica, assumindo duas formas principais: (a) cálculo dos custos incorridos devido a danos ambientais, incluindo a perda da biodiversidade e (b) cálculo dos

benefícios que poderão ser perdidos devido a mudanças negativas no ambiente (Sarkar, 2005).

Já no “mito da era de ouro” (“*myth of the golden age*”), o desenvolvimento econômico e a tecnologia são as “fontes do mal”, responsáveis pela degradação da humanidade, o que levou à destruição dos ambientes. Este mito é relevante para as discussões sobre conservação da biodiversidade de duas maneiras conflitantes: pode fornecer fundamentos para a preservação ou recriação de regiões selvagens em seu estado mais primitivo e, também, argumenta sobre a inclusão de populações indígenas e outros moradores locais em áreas demarcadas para que possam dar continuidade às suas práticas tradicionais (Sarkar, 2005).

Nesse cenário conceitual, é importante reconhecer que as próprias ideias de preservação e conservação também foram moldadas por visões culturais e mitos sociais sobre a natureza. Sarkar (2005), ao discutir o “mito da natureza intocada”, associado ao “mito da era de ouro”, expõe como determinadas paisagens passaram a ser idealizadas como puras e intocáveis, legitimando práticas que excluía os seres humanos desses ambientes, sob a lógica da preservação absoluta. No entanto, com o avanço dos estudos sobre biodiversidade e sustentabilidade, essa concepção foi sendo gradualmente substituída pela noção de conservação, que admite a presença humana integrada ao equilíbrio ecológico.

Assim, da mesma forma que a sustentabilidade, enquanto conceito central nos debates ambientais, assume múltiplas interpretações e dimensões — ecológica, econômica, social, entre outras (Sachs, 2004; Ultramari, 2003) — os significados atribuídos a termos como preservação e conservação não são fixos, mas refletem mudanças nos valores sociais, científicos e éticos que orientam nossa relação com o ambiente.

Diante dessa evolução conceitual e considerando as transformações nos significados atribuídos aos termos relacionados à biodiversidade e à sustentabilidade, este trabalho apresenta definições de *restauração*, *conservação* e *preservação* — as quais serão compartilhadas a seguir — com o objetivo de compreender a amplitude e a aplicabilidade desses conceitos.

Assim, compreender as distinções conceituais entre preservação, conservação e restauração é essencial não apenas para o campo acadêmico ou técnico, mas também para interpretar como esses termos circulam na sociedade e influenciam decisões e atitudes.

Nesse sentido, a forma como essas ideias são veiculadas ao grande público — especialmente por meio da mídia — torna-se um fator determinante para o modo como a sociedade compreende e se mobiliza diante da crise ambiental. Primack (2010) ressalta que a crescente atenção da sociedade à proteção ambiental está diretamente relacionada à maneira como a mídia divulga os impactos da perda da biodiversidade, despertando um senso de urgência diante das consequências ecológicas, sociais e sanitárias desse processo.

Já segundo Sarkar (2005), nós simplesmente assumimos que devemos tentar conservar a biodiversidade e atribuímos valores a ela, preferindo sua presença à sua ausência, mas não entendemos, efetivamente, as consequências de um desequilíbrio ambiental.

Em sua crítica econômica-política-social, Sarkar (2005, p. 1) expõe:

Recentemente, muitos de nós estivemos preocupados sobre o que chamamos de “ambiente”. Alguns de nós preocupados com a extinção de espécies, a poluição do ambiente físico ao nosso redor, outros ainda com as mudanças climáticas. Esses são todos problemas relacionados: a extinção normalmente é resultado da poluição; a extinção pode ser resultado de mudanças climáticas; a poluição é a maior fonte de mudanças no clima, e assim por diante. E essa preocupação explícita é um privilégio dos países desenvolvidos. Os países em desenvolvimento, geralmente não tem essa preocupação com o ambiente explícita, já que a população precisa lutar diariamente para sobreviver (tradução própria).

Este cenário de concepção superficial também é apontado por Reinaldo *et al.* (2024), que afirmam que, quando os indivíduos pensam em crise ambiental, pensam em cenários icônicos, como desmatamento, poluição e uso de pesticidas. Apesar destes cenários serem realmente preocupantes e relevantes, este ideário negligencia as mudanças mais imperceptíveis em nossa biodiversidade.

Mahecha *et al.* (2022) realizaram um levantamento de estudos sobre a perda de biodiversidade e sua relação com as alterações climáticas. Entre estes, um estudo realizado na Alemanha indicou que, ao longo do século XX, a diversidade genética de algumas plantas foi afetada pela diminuição da cobertura vegetal, acarretando alterações também na absorção de nutrientes, na resistência ao calor ou na sobrevivência a ataques de patógenos. Em um entendimento sistêmico, a alteração na absorção de nutrientes de um vegetal, por exemplo, afeta diretamente a vida de outros seres que compõem a rede dos serviços ecossistêmicos.

Vale, Alves e Lorini (2009) apontam que a degradação dos recifes de corais devido ao turismo excessivo resulta em danos aos ecossistemas marinhos. A pressão

causada pela alta frequência de visitantes, combinada com práticas inadequadas, como o uso de protetores solares prejudiciais e a coleta de organismos marinhos, resulta em estresse para os corais e deterioração de sua saúde. Esses impactos também são amplificados por mudanças climáticas, que aumentam a temperatura dos oceanos e levam ao branqueamento e morte dos corais. As ações tomadas geralmente incluem o fechamento temporário de áreas afetadas para recuperação ou limitação do número de visitantes, sem abordar, por exemplo, a necessidade de regulamentações mais rígidas e educação ambiental para prevenir danos futuros.

Portanto, pode-se afirmar que o contexto no qual se revela e emerge a crise ambiental é de complexa compreensão. Tal complexidade transita tanto no campo científico, quanto no campo social, econômico e político (Reinaldo *et al.*, 2024). E, assim, é importante entender que a relação entre tomada de decisão sobre o que fazer diante de nossa relação com a biodiversidade e a crise ambiental não é óbvia.

Muitas vezes, as ações são tomadas de acordo com o que Balvanera *et al.* (2022) identificaram como “aprendizado de curva única” (*single loop learning*): tal conceito é mencionado como uma resposta inadequada a crises ambientais, onde as soluções são reativas, focadas em corrigir sintomas ao invés de abordar causas subjacentes.

Balvanera *et al.* (2022), contrapondo-se aos atos isolados e soluções reativas, citam o “aprendizado de dupla curva” (*double loop learning*), o qual questiona e transforma os valores, metas e práticas fundamentais que originam os problemas ambientais, visando reformular práticas e instituições para prevenir crises futuras, abordando diretamente as causas estruturais dos problemas e garantindo uma gestão ambiental eficiente. Essa perspectiva implica a transformação das instituições, políticas e modelos de desenvolvimento, abrindo espaço para uma mudança estrutural orientada pela sustentabilidade e justiça socioambiental.

Diante dessa necessidade de reformulação profunda, vale destacar o papel de documentos e eventos históricos, como o Relatório Nosso Futuro Comum (1987), a Convenção sobre Diversidade Biológica (1992) e a Conferência de Estocolmo (1972). Esses marcos internacionais lançaram as bases para o debate ambiental contemporâneo e mobilizaram esforços globais para a conservação da biodiversidade (Reinaldo *et al.*, 2024).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), criado em 1988, e a Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços

Ecosistêmicos (IPBES), criada em 2012, possuem o importante e necessário papel de organizar os trabalhos científicos relacionados às questões climáticas e biodiversas, assim como de auxiliar os Estados, as empresas e a sociedade civil nos momentos de tomada de decisão (Balvanera *et al.*, 2022; Scott *et al.*, 2023). Seus relatórios e previsões sobre o tema manifestam a necessidade de mudanças mais profundas no modo de agir da sociedade e das políticas públicas para que alcancemos um equilíbrio sustentável na relação ser humano e meio ambiente.

Neste sentido, considerando a importância normativa para a proteção ambiental, cita-se a Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, a qual institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

O SNUC, conforme Brasil (2000), garante a preservação da diversidade biológica, promove o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais e protege as comunidades tradicionais, seus conhecimentos e cultura. Sua gestão é realizada a partir da participação das três esferas do poder público (federal, estadual e municipal), por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que tem a função de acompanhar a implementação do Sistema e o Ministério do Meio Ambiente, que tem a finalidade de coordenar o SNUC.

Conforme seu Art. 4º, o SNUC possui treze objetivos, sendo seis os principais de interesse e de estudo desta Tese:

- I - contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais; (...)
- III - contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- IV - promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- V - promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento; (...)
- IX - recuperar ou restaurar ecossistemas degradados; (...)
- XII - favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico. (...) (Brasil, 2000, n. p.)

Dessa forma, apresenta-se cada um dos conceitos relacionados à temática da Sustentabilidade: preservação da biodiversidade, conservação da biodiversidade e restauração ambiental.

1.2.1 Preservação, Conservação e Restauração

Reconhecendo que os conceitos de preservação, conservação e restauração possuem múltiplas abordagens e significados – influenciados por suas raízes etimológicas, contextos históricos e político-sociais –, foram realizados diversos levantamentos bibliográficos com o intuito de respeitar e reconhecer essa diversidade conceitual.

Portanto, apresentam-se as definições e delimitações adotadas, de modo a assegurar clareza e coerência na análise e discussão dos resultados desta investigação.

Para as definições etimológicas, o dicionário Michaelis (online) foi utilizado; e para as definições normativas, a Lei nº 9.985/2000, a qual institui o SNUC, foi consultada. Com relação às definições acadêmico-científicas, para cada um dos termos, os referenciais serão discutidos.

a. Preservação da Biodiversidade

A definição etimológica, com base em Michaelis (online)⁴, apresenta a expressão “preservação ambiental” como relacionada à Ecologia. Seu significado é: Conservação ou manutenção do ambiente natural como ele se apresenta, sem mudança ou extração de recursos; proteção ambiental.

De acordo com o SNUC (Brasil, 2000), em seu Art. 2º, inciso V, “preservação” significa: “conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais”.

Brito, Brito e Souza (2015) explicam que, mesmo com eventos de desastres ambientais, as preocupações da sociedade com as condições ambientais, em seu início, eram pontuais e reativas, surgindo como resposta a crises localizadas. Entretanto, os autores apresentam que na Inglaterra, principalmente após o advento da Revolução Industrial, as questões ambientais ganharam força.

Os processos de urbanização, crescimento urbano acelerado e a expansão agrícola decorrentes do movimento industrial, consolidaram a concepção de finitude

⁴ Michaelis (online). **Preservação**. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/preserva%C3%A7%C3%A3o/>. Acesso em 05/12/2022

dos recursos naturais; o que refletiu na criação de áreas de proteção do ambiente, como os parques nacionais.

As áreas protegidas, então, eram voltadas à reserva de recursos específicos e finitos, mesmo quando permitidos o uso recreativo ou a caça. Brito, Brito e Souza (2015) apontam que esse movimento inicial, conhecido como protecionista, tinha como meta principal a proteção integral de remanescentes naturais.

Com o avanço das discussões, o protecionismo ramificou-se em dois eixos: um, focado na preservação da natureza e da fauna silvestre como forma de garantir a própria sobrevivência humana; e outro, voltado à melhoria das condições de vida nas cidades, por meio da preservação de áreas para finalidades educativas, científicas, recreativas e de lazer (Brito; Brito; Souza, 2015).

Por fim, os trabalhos de Sarkar também foram analisados para o levantamento da definição do conceito “Preservação”. Em *Wilderness preservation and biodiversity conservation - keeping divergent goals distinct*, Sarkar (1999), realiza algumas definições: “Diversidade Biológica”, apesar da dificuldade para a sua definição, refere-se à diversidade em todos os níveis biológicos, desde alelos, populações, espécies, comunidades até ecossistemas. Já o termo “Natureza”, em contraste, é mais vago e, no contexto americano, é frequentemente associado a “wilderness” (traduzido aqui como “mundo selvagem”).

Portanto, o mundo selvagem é onde o ser humano é apenas um visitante e onde não permanece. Outra característica desse local é que, quanto mais selvagem, mais natural ele é. Sarkar (1999) alerta que povos indígenas originários até podem ser admitidos como parte dessas áreas, mas, sob um ponto de vista eurocêntrico, são vistos como diferentes de outros humanos, próximos aos animais. Dessa forma, distantes dos seres civilizados, esses grupos indígenas não destroem a “santidade de um prístino mundo selvagem” (tradução livre, p. 405).

Assim, Sarkar (1999), apresenta como “preservação do mundo selvagem” (*wilderness preservation*), a manutenção de paisagens naturais atualmente desabitadas ou escassamente habitadas (tradução livre). Ainda argumenta que conservação da biodiversidade e preservação do mundo selvagem não são sinônimos. Embora haja sobreposições, seus objetivos, justificativas e estratégias diferem.

b. Conservação da Biodiversidade

“Conservação”, termo relacionado à Ecologia: “administração planejada dos recursos naturais de um país, para impedir a exploração prejudicial, a destruição ou a negligenciação, possibilitando a preservação e renovação”, conforme exposto por Michaelis (online)⁵.

SNUC (Brasil, 2000), em seu Art. 2º, inciso II, apresenta que “conservação da natureza” significa: “o manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral”.

Ganem e Drummond (2011) apresentam que embora, no senso comum, preservar e conservar tenham o mesmo significado, nas políticas de proteção da biodiversidade, a conservação e a preservação representam ideias diferentes.

Os autores retratam preservação como a manutenção dos ecossistemas nativos em seu estado natural, sem interferência humana. É a proteção absoluta contra quaisquer usos diretos dos recursos naturais, admitindo-se apenas usos indiretos, como a contemplação, o lazer, a educação ambiental e a pesquisa científica (Ganem; Drummond, 2011).

Sobre “conservação da biodiversidade”, Ganem e Drummond (2011) definem: “Conjunto de práticas destinadas à proteção da diversidade biológica. Visa à manutenção da diversidade genética, dos processos ecológicos e dos sistemas vitais essenciais, bem como o aproveitamento perene das espécies e dos ecossistemas. Inclui uma combinação de ações que vão da preservação absoluta das comunidades bióticas estáveis ao manejo de ecossistemas modificados pelos humanos”.

Ainda, Ganem e Drummond (2011) sintetizam que a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) estabelece duas estratégias principais: a conservação *in situ*, que mantém a biodiversidade em todos seus componentes, em seus habitats e ecossistemas naturais; e a conservação *ex situ*, que preserva componentes da

⁵ Michaelis (online). **Conservação**. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/conserva%C3%A7%C3%A3o/>. Acesso em 05/12/2021

diversidade biológica fora de seus habitats originais, como bancos genéticos, zoológicos etc.

c. Restauração Ambiental

Para “Restauração”, Michaelis (online)⁶ não direciona uma definição ecológica. Dessa forma, diante de todas as definições apresentadas, três podem relacionar-se com restauração ambiental: “Reparo de coisa que se encontra danificada ou em mau estado; restauro”; “Restabelecimento do vigor após período de estresse ou doença; restauro” e “Retorno a um estado anterior na política, na economia etc., que fora abalado por um determinado período, seja pela recuperação da independência ou pelo reestabelecimento do poder de um regime”.

A Lei nº 9.985/2000, que institui o SNUC, em seu Art. 2º, inciso XIV, define “restauração” como a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original.

O trabalho de Nery *et al.* (2013), intitulado “O conceito de restauração”, assim como a presente investigação, parte da problemática de que a lacuna conceitual sobre estratégias de proteção ambiental pode prejudicar a realização de ações efetivas para o manejo ambiental.

Assim, os autores alertam que as ambiguidades e imprecisões conceituais em torno do termo restauração podem comprometer a definição dos objetivos e as ações práticas decorrentes dessa estratégia, impedindo a aplicação adequada de técnicas de implantação e monitoramento em projetos de restauração de áreas degradadas.

Com o intuito de contribuir para a superação desse problema, o estudo de Nery *et al.* (2013), a partir do levantamento de literatura científica e legislação brasileira, define como conceito de restauração ecológica:

Restaurar é promover a sustentabilidade dos processos ecológicos que garantem a automanutenção da biodiversidade (diversidade de espécies e variabilidade genética), definida a partir de um diagnóstico prévio baseado no contexto onde os processos populacionais ocorrem (a paisagem), para estabelecer um plano de ação (Nery *et al.*, 2013, p. 53).

E, por fim, destacam que ações de restauração ecológica se tornam mais efetivas quando aliadas a diferentes interesses e à participação ativa da população

⁶ Michaelis (online). **Restauração**. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/restaura%C3%A7%C3%A3o/>. Acesso em 05/12/2021

local. Essa abordagem pode surtir efeitos positivos e favorecer a conservação das áreas restauradas (Nery *et al.*, 2013).

Buscou-se, também, a Sociedade para a Restauração Ecológica (*Society for Ecological Restoration* – SER) como referencial para a definição do termo em questão. Assim, apresenta-se que a restauração ecológica não é a simples execução de ações isoladas, mas sim a criação das condições necessárias para que plantas, animais e microrganismos possam realizar o próprio processo de recuperação (SER, 2022). Portanto, é um processo assistido que visa recuperar aspectos da estrutura e funções ecológicas característicos do ecossistema alterado (SER, 2004).

A organização aponta, então, que o objetivo central do processo de restauração é recolocar o ecossistema degradado em sua trajetória histórica, e não necessariamente devolvê-lo ao estado exato que possuía no passado, já que condições ecológicas contemporâneas, incluindo as mudanças climáticas, podem direcioná-lo para trajetórias distintas (SER, 2022).

A restauração está concluída quando se estabelece um ecossistema, uma comunidade que se mantenha a longo prazo, visando prioritariamente à conservação da biodiversidade (SER, 2004).

Neste sentido, a organização ressalta que restauração não substitui conservação. Embora seja possível recuperar biodiversidade, estrutura e função em um ecossistema degradado, isso não deve servir como justificativa para destruição ou uso insustentável. Em muitos casos, a restauração não reestabelece integralmente todas as espécies nativas ou as funções originais do ecossistema, reforçando a necessidade de prevenir a degradação por meio de estratégias de conservação (SER, 2022).

1.3. A crise do conhecimento

Conforme visto até aqui, o caminho para a superação da crise socioambiental por meio de uma gestão ambiental eficaz e ética, portanto, requer mais do que ações pontuais ou respostas imediatas a crises; demanda um novo paradigma de aprendizagem, planejamento e ação coletiva e, assim, exige a formação de sujeitos capazes de articular conhecimentos, valores e práticas a favor de uma convivência sustentável entre sociedade e meio ambiente.

Como aponta Gadotti (1992), a educação é o baluarte fundamental para a construção de uma nova consciência ambiental. Nesse sentido, uma educação verdadeiramente transformadora que ultrapassa os muros da escola e se estende à vida em sociedade, coloca conhecimentos em prática, dinamiza processos sociais e constitui-se como uma cultura educativa voltada à formação ética, crítica e ambiental dos sujeitos, pronta para lidar com a degradação do ambiente global que clama pela sustentabilidade.

Jacobi (2003) reforça esse entendimento ao afirmar que a sustentabilidade exige a implementação de práticas educativas que favoreçam o diálogo informado e a participação ativa dos diversos interlocutores sociais. Segundo o autor, o enfrentamento das desigualdades ambientais e sociais só será possível por meio de políticas que respeitem os limites ecológicos, considerem as relações de poder e incorporem a diversidade cultural dos povos. Assim, torna-se indispensável fomentar uma cidadania ambiental ativa, embasada na garantia do amplo acesso à informação, na reformulação de valores e em instituições que incentivem a corresponsabilidade pela gestão do meio ambiente.

Ao explicar sobre as práticas possíveis para a sustentabilidade, Philippi Jr *et al.* (2002, p. 42) aponta que:

De fato, meios já existem, mas falta, evidentemente, mais educação: educação do empresário, para que não despeje o resíduo industrial nos rios; educação dos investidores imobiliários, para que respeitem as leis de zoneamento e orientem os projetos de modo a preservar a qualidade de vida do povo; educação dos comerciantes, para que não se estabeleçam onde a lei não permite e comprovem a conivência de autoridades públicas para a continuação de suas práticas ilegais, educação do político, para que não venda leis e decisões administrativas, para que não estimule nem acoberte ilegalidades, para que não faça barganhas contra os interesses do povo; educação do povo, para que tome consciência de que cada situação danosa para o meio ambiente é uma agressão aos seus direitos comunitários e agressão aos direitos de cada um.

Portanto, o momento atual exige uma sociedade não apenas informada, mas mobilizada, capaz de assumir uma postura crítica e propositiva, possível de questionar de forma concreta a falta de iniciativa dos governos para implementar políticas pautadas pelo binômio sustentabilidade e desenvolvimento (Jacobi, 1999; 2003). O engajamento coletivo e o fortalecimento de redes de educação e participação são fundamentais para a construção de políticas públicas mais justas, inclusivas e ambientalmente sustentáveis.

Como aponta Leff, a crise ambiental não é apenas uma crise ecológica, mas uma crise da razão — uma crise do conhecimento. Os problemas ambientais, em sua essência, decorrem de modos equivocados de conhecer, pensar e agir sobre a natureza. Por isso, como o próprio autor destaca, “os problemas ambientais são, em sua essência, problemas do conhecimento”, o que traz “fortes implicações para toda e qualquer política ambiental – que deve passar por uma política do conhecimento –, e também para a educação” (Leff, 2002, p. 217).

Nesse contexto, a solução da crise ambiental trata de repensar radicalmente os modos de apropriação da natureza e de reconfigurar nossas estratégias de ação a partir de uma racionalidade ambiental que articule conhecimento, ciência, ética, cultura e política em direção a um futuro verdadeiramente sustentável (Leff, 2002).

A educação, na perspectiva do epistemólogo, é o meio estratégico para essa transição. É por meio dela que será possível transformar valores, atitudes e comportamentos humanos, orientando-os à construção de um mundo mais saudável, justo e com qualidade de vida. Em suas palavras:

A complexidade ambiental inaugura uma nova reflexão sobre a natureza do ser, do saber e do conhecer, sobre a hibridação de conhecimentos na interdisciplinaridade e na transdisciplinaridade; sobre o diálogo de saberes e a inserção da subjetividade, dos valores e dos interesses nas tomadas de decisões e nas estratégias de apropriação da natureza. Mas questiona também as formas pelas quais os valores permeiam o conhecimento do mundo, abrindo um espaço para o encontro entre o racional e o moral, entre a racionalidade formal e a racionalidade substantiva (Leff, 2002, p. 195).

Por fim, a adoção de práticas fundamentadas na sustentabilidade requer um compromisso coletivo que ultrapassa discursos e se traduz em ações concretas, informadas por conhecimentos científicos, valores éticos e processos participativos. Nesse sentido, a educação e a disseminação de informações qualificadas desempenham um papel essencial na transformação social, capacitando indivíduos e comunidades a compreenderem e enfrentarem os desafios socioambientais contemporâneos.

Apresenta-se, portanto, o capítulo subsequente: “Biologia: ciência, ensino e currículo”, o qual discute sobre a constituição da Biologia enquanto Ciência e disciplina, num contexto histórico, social e político.

CAPÍTULO 2

Biologia:
Ciência, Disciplina & Ensino

2. BIOLOGIA: CIÊNCIA, DISCIPLINA & ENSINO

2.1 Biologia: Ciência da vida

Os humanos primitivos viviam perto da natureza. Todos os dias eles se viam às voltas com plantas e animais, como coletores, caçadores ou pastores. E a morte - de bebês e velhos, de mulheres no parto, de homens na guerra - estava sempre presente. Certamente nossos primeiros ancestrais pelejaram com a eterna pergunta: “O que é vida?” (Mayr, 2008, p. 19).

Ernst Mayr (2008), renomado biólogo evolutivo do século XX e referência na Filosofia e Epistemologia da Biologia, aponta que quando os biólogos e filósofos se referem à “vida”, não estão falando do viver em oposição à morte, mas da presença de vida em oposição com sua ausência em objetos inanimados. Compreender a natureza dessa entidade denominada “vida” tem sido um dos principais objetivos da Biologia ao longo do tempo.

No entanto, o termo “vida” remete a alguma “coisa”, uma substância ou força, cuja existência foi por séculos investigada, sem sucesso, por filósofos e cientistas. Entende-se que a busca por essa suposta substância vital ainda é infrutífera, pois, na realidade, o substantivo “vida” não nomeia algo concreto, mas representa uma abstração criada para expressar um conjunto de processos e propriedades que caracterizam os seres vivos (Mayr, 2008).

Assim, o dicionário⁷ define “Biologia” como a “Ciência que estuda os organismos vivos e suas relações, a fim de conhecer as leis peculiares à matéria viva”. Mayr, entretanto, explica que a constituição da Biologia como Ciência é recente. O autor, em seus diversos trabalhos (1982; 1988; 2004; 2008), apresenta que talvez seja por isso que, ainda hoje, muitos fenômenos próprios da Biologia sejam compreendidos a partir de Ciências que se consolidaram antes, como a Física e a Química.

Compreender o desenvolvimento do pensamento biológico exige um retorno à Grécia Antiga, entre os séculos VII e V a.C. Foi nesse período que se estruturaram os primeiros esforços sistemáticos para explicar os fenômenos da natureza — incluindo os seres vivos — a partir da razão e da observação, em oposição às explicações míticas predominantes até então.

⁷ BIOLOGIA. In: **Michaelis On-line – Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. São Paulo: Editora Melhoramentos, [s.d.]. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?id=4m1z>. Acesso em: 6 jul. 2025.

Filósofos como Hipócrates, Platão e Aristóteles passaram a investigar a natureza e Aristóteles, em especial, foi responsável por uma das primeiras sistematizações do conhecimento sobre os seres vivos, oferecendo uma classificação dos organismos e propondo ideias que influenciaram profundamente a Biologia por séculos (Mayr, 2008).

Um pensamento influente Aristotélico foi o teleológico, o qual influenciou profundamente a Idade Média e explicava que os processos naturais conduziam-se para um fim ou uma meta, com intencionalidade. Quando um fenômeno ou evento ocorria de maneira que as explicações exatas eram inatingíveis, este, por sua vez, era explicado como um fato teleológico. Explicações como “os pássaros migram para fugir do frio” ou “o coração foi feito para bombear sangue” expressam esse tipo de raciocínio. A teleologia também foi utilizada com o propósito de justificar caracteres adaptativos: o pulmão teria sido feito para buscar trocas gasosas; asas para voar; nadadeiras para nadar etc. (Poliseli; Oliveira; Christoffersen, 2013).

Durante a Idade Média (século V ao XV), como pode-se observar, o avanço do conhecimento sobre os organismos vivos foi limitado. A Europa vivia um período de forte cristianização e controle da Igreja sobre a produção do saber. Como descrevem Simão, Paranhos e Guimarães (2021) a filosofia teológica moldava o pensamento científico, resultando na estagnação das investigações sobre o mundo natural. Apesar disso, é possível perceber nesse período alguns indícios de resistência racionalista, que prepararam o terreno para a ruptura epistemológica que viria com a Revolução Científica, a partir do século XVI.

No século XVIII e início do XIX, a Biologia recebe importantes contribuições de áreas como a fisiologia, a taxonomia e a embriologia - áreas que, até então, compunham a chamada História Natural. Segundo Mayr (2008), esse foi um momento de intenso acúmulo de conhecimento empírico e de organização do saber biológico.

Poliseli, Oliveira e Christoffersen (2013), em consonância com os autores citados aqui, explicam que a Ciência Moderna foi fortemente influenciada pela linha de pensamento grego, que sustenta que todas as Ciências são unificadas, podendo ser representadas pela Matemática, Metafísica e Astronomia. Admitia-se que a verdade para uma delas também seria válida às demais.

Corroborando esse pensamento, muitos físicos partiram do princípio de que a Física era o próprio paradigma da Ciência, e que a sua compreensão permitiria o entendimento das demais. Assim, Jacob (1983) apresenta que até meados do século

XIX, os seres vivos eram entendidos pela lógica mecânica de reduzi-los às leis da Física: “o funcionamento dos seres vivos só pode ser compreendido na medida em que se reflete o que já se conhece no funcionamento das coisas” (p. 39). O mecanicismo, então, impôs a teoria dos animais-máquinas: “os organismos vivos não eram, na verdade, nada diferentes da matéria inanimada” (Mayr, 2008, p. 21).

Nesse sentido, a Física, alicerçada na Matemática, passa a ser revelação do mundo real na compreensão dos chamados fisicalistas. Entretanto, ao longo dos séculos XVIII ao XX, o modelo fisicalista foi refutado e a Biologia buscou romper com a Física e a Química na explicação dos seres vivos sobre a lógica da vida (Jacob, 1983; Mayr, 2008).

No início do século XIX, a Biologia, então, propõe a delimitação de uma área exclusiva para estudo da vida, em busca da autonomia em relação aos conceitos do mundo vivo (Canguilhem, 2009; Simão; Paranhos; Guimarães, 2021). As ideias sobre Seleção Natural, fortalecidas pelos princípios explicativos da genética clássica e moderna, favoreceram o delineamento da biologia evolutiva, ponto-chave para a emancipação da biologia.

Assim, retomamos o pensamento teleológico para explicar sua transformação: de uma explicação causal (Aristóteles), ele passa a ser reinterpretado sob a luz da seleção natural por Darwin (adaptações como resultado, não como finalidade).

Poliseli, Oliveira e Christoffersen (2013) explicam que a concepção dos mecanismos teleológicos pode ser considerada uma tentativa de escapar das formulações mecanicistas que se tornaram inadequadas. Entretanto, Mayr (2008) critica tal pensamento teleológico, explicando que a evolução não tem propósito consciente: adaptações são resultados posteriores da seleção natural, e não metas pré-definidas.

Mayr afirma que o comportamento e desenvolvimento de um indivíduo podem ser propositais, mas a seleção natural não, uma vez que os processos históricos não podem agir intencionalmente. O que a seleção natural faz é favorecer a produção dos programas que possuem um *fitness* mais adequado. A palavra “propósito” é simplesmente inaplicável à mudança evolutiva:

Darwin nos ensinou que mudanças evolutivas aparentemente teleológicas e a produção de características adaptativas são apenas o resultado de evolução variacional, que consiste na produção de grande quantidade de variação a cada geração e na sobrevivência probabilística daqueles indivíduos que restam após a eliminação dos fenótipos menos aptos. Assim,

a adaptação é um resultado a posteriori, e não a busca a priori de uma meta. Por essa razão, a palavra “teleológico” é enganosa quando aplicada às características adaptativas (p. 76).

Assim, os naturalistas que não concordavam com a teleologia e nem com o mecanicismo, alegaram que as manifestações de vida em organismos eram controladas por uma força invisível. Combateram as ideias de animais-máquinas com as perguntas: pode uma máquina regenerar partes perdidas? Replicar a si mesma? Possuir sentimentos? (Poliseli; Oliveira; Christoffersen, 2013).

Silva (2023b) explica, então, que a Biologia recorreu ao vitalismo, corrente filosófica que compreende que os seres vivos possuem propriedades próprias e, portanto, não poderiam ser reduzidos às leis da matéria inorgânica.

O vitalismo defendia a existência de uma “força vital” — *vis vitalis* — responsável pelos processos biológicos e que diferenciaria os organismos vivos da matéria inerte. Entre os séculos XVIII e XX, diversos cientistas e pensadores vitalistas buscaram comprovar essa força, conduzindo investigações e debates que impulsionaram o desenvolvimento do pensamento biológico.

Nesse contexto, a Biologia passou por um processo de transformação metodológica com o surgimento da chamada Biologia Experimental. De acordo com Nascimento Júnior e Souza (2016), John Herschel, em 1830, foi um dos precursores na procura de sistematizar um procedimento adequado para se fazer ciência. Para ele, o ponto de partida é a descoberta das leis da natureza, seguida da formulação de teorias por meio da generalização indutiva ou da criação de hipóteses que pudessem integrar tais leis.

Assim, com o avanço da experimentação científica, importantes descobertas contribuíram para a descredibilização da *vis vitalis*. Dentre elas, destacam-se os estudos em microscopia e citologia de Robert Hooke; os experimentos de Louis Pasteur, que refutaram a teoria da geração espontânea; os princípios genéticos de Gregor Mendel e as teorias evolutivas propostas por Lamarck e Charles Darwin. Essas e outras contribuições consolidaram a ideia de que a *vis vitalis* inexistia e os organismos poderiam ser reduzidos, em última instância, nas propriedades físicas e químicas da matéria (Silva, 2023b).

Neste mesmo sentido, diversos autores apontam que a criação artificial de compostos orgânicos contribuiu significativamente para o enfraquecimento do vitalismo. Um exemplo clássico é a síntese da ureia, realizada pelo químico alemão

Friedrich Wöhler, em 1828, a partir do aquecimento de cianeto de amônio, um composto inorgânico. Essa foi a primeira vez que uma substância orgânica — encontrada na urina e no suor de animais — foi produzida em condições experimentais a partir de um composto não vivo (Mayr, 2008; Paixão; Pereira, 2011). Esse feito representou uma forte evidência contra a ideia vitalista de distinguir as substâncias vivas das não vivas, marcando um ponto de inflexão na história da Biologia (Nascimento Júnior, 2016; Mayr, 2008; Oparin, 1989).

Embora a relevância desse episódio, é importante não tratá-lo de maneira isolada. Como destaca Mayr (2008), o vitalismo perdeu credibilidade ao longo do século XX, especialmente após os avanços nas ciências experimentais e na bioquímica, e vários elementos contribuíram para a perda de seu status.

Mayr (2008) explica que além de todas as tentativas de demonstrar empiricamente a existência de uma força vital falharem, novos conceitos biológicos surgiram para elucidar fenômenos antes tomados como provas do vitalismo, com destaque para os avanços da genética. O último grande apoio explícito ao vitalismo na Biologia ocorreu por volta da década de 1930, e, desde então, sua influência foi sendo gradualmente superada pelos avanços da biologia molecular, da fisiologia e da genética.

Diante desses embates, a corrente filosófica surgida em meados dos anos 1930, o organicismo, terminou por “incorporar os melhores princípios tanto do fisicalismo quanto do vitalismo” (Mayr, 2008, p. 21). Esse modelo teórico, dominante atualmente, reconhece que os processos no nível molecular podem, de fato, ser descritos por mecanismos físico-químicos, mas entende que, nos níveis superiores de integração, esses mecanismos se tornam insuficientes para explicar plenamente a vida.

Nesse sentido, os organismos vivos são concebidos como sistemas ordenados altamente complexos, cujas propriedades emergem não apenas da sua composição, mas sobretudo de sua organização interna. Isso significa que as características dos seres vivos não podem ser reduzidas às partes isoladas, mas sim compreendidas pela totalidade do sistema e pela natureza histórica dos programas genéticos que evoluíram nos organismos ao longo do tempo.

É essa organização integrada que confere aos organismos propriedades específicas da vida, como reprodução, metabolismo, regulação, adaptação, crescimento e organização hierárquica — atributos que não estão presentes em

sistemas inanimados e que resultam das interações complexas entre os níveis celulares, fisiológicos e ambientais (Mayr, 2008).

Com a consolidação da Teoria Celular, uma das mais importantes postulações na História da Ciência, e seus desdobramentos na ordem lógica da organização e funcionamento dos seres vivos, as concepções de animal-máquina foram sendo superadas e substituídas pelas ideias dos organismos integrados nas atividades celulares (Nascimento Júnior; Souza, 2016) e, entre os séculos XIX e XX, a Biologia deu seus primeiros passos na autonomia como um campo científico.

Jacob (1983, p. 186) afirma: “não basta mais observar os seres vivos. É preciso analisar suas reações químicas, estudar as células, desencadear os fenômenos”. Assim, por meio de investigações experimentais e laboratoriais, era possível interpretar as articulações da Microbiologia, Genética, Citologia e Embriologia, como também da Botânica, Zoologia e Evolução (Jacob, 1983). Dessa forma, a Teoria Celular distanciava o pensamento biológico da História Natural, permitindo um associativismo entre as diferentes subáreas da Biologia, evitando o isolamento conceitual e o esvaziamento do termo “Biologia”.

O organicismo, portanto, integrou os avanços do fisicalismo com o reconhecimento da complexidade sistêmica própria da vida, recusando tanto o reducionismo cartesiano quanto a metafísica vitalista. Smuts (1926) *apud* Mayr (2008, p. 39) aponta: “O todo é mais do que a soma de suas partes”.

Assim, Mayr (2004) explica que, gradualmente, o monopólio exercido pelas Ciências Físicas foi sendo deixado por alguns autores ao perceberem que os fundamentos estritamente fisicalistas (determinismo, o reducionismo e ausência de leis universais) não eram adequados para a Biologia.

Um exemplo claro dessa inadequação está na inviabilidade de experimentos que possam reproduzir os fenômenos biológicos históricos, por exemplo, aqueles relacionados à extinção dos dinossauros. Por essa razão, a Biologia — especialmente a Biologia Evolutiva — recorre ao método das narrativas históricas para formular hipóteses.

Nesse mesmo sentido, Poliseli, Oliveira e Christoffersen (2013) destacam que as Ciências Biológicas são mais dependentes de conceitos do que de leis. Enquanto as leis científicas tendem à rigidez e universalidade, os conceitos permitem maior flexibilidade e contextualização. A Biologia Evolutiva, por exemplo, lida com a origem das novidades evolutivas, extinção de espécies, diversidade orgânica, taxas

evolutivas, entre outros — fenômenos que não podem ser encapsulados em leis universais, mas que são compreendidos por meio de modelos teóricos, interpretações históricas e análises comparativas.

Diante desses desafios teóricos e metodológicos, Mayr (2004) explica a necessidade de uma Filosofia da Biologia, um campo essencial para refletir criticamente sobre os métodos, os conceitos e os limites do conhecimento biológico.

Para ele, uma abordagem filosófica satisfatória deve recorrer aos conceitos específicos da própria Biologia, considerando as especificidades dos sistemas vivos, como sua complexidade, a influência do acaso, o caráter histórico dos processos evolutivos, o pensamento holístico e os limites práticos impostos ao estudo de fenômenos que ocorrem no mesocosmo.

Assim, nesse contexto histórico, entre os anos 1930 e 1960, a Biologia enfrentou uma profunda crise epistemológica ao buscar sua autonomia científica, marcada pelo embate entre fisicalismo, vitalismo e organicismo. Essas correntes filosóficas disputavam a compreensão dos conceitos e da organização dos seres vivos, bem como da própria ciência, ora assumindo posições opostas, ora se entrelaçando em suas abordagens.

Portanto, a coexistência de diferentes concepções dos fenômenos naturais marca a construção do pensamento biológico, que se estrutura em bases empíricas e históricas (Nascimento Júnior; Souza, 2016). O processo de entendimento da realidade é mediado por diferentes formas de apreensão de elementos dos fenômenos que a compõem. Nesse sentido, as diferentes formas de interpretação estão vinculadas a fatores históricos e culturais que marcam cada período e direcionam a (re)construção de conhecimentos.

Como destaca Fleck (2010), a construção do conhecimento científico ocorre por meio da coexistência de ideias convergentes e divergentes, que, em diálogo, estruturam a formulação dos fatos científicos - os quais possuem um caráter social, lógico, não linear e provisório. Essa perspectiva evidencia o caráter não definitivo, coletivo e situado do conhecimento científico. Há um processo de seleção histórica de ideias, das quais apenas algumas são consideradas válidas ou úteis em determinado contexto.

Lebrun (2002) afirma que cada ciência deve ser analisada em sua singularidade, reconhecendo seu funcionamento próprio. Nenhuma ciência pode ser vista como um simples conjunto de verdades. Ao contrário, deve ser compreendida

historicamente e filologicamente, ou seja, como um *corpus* de saberes construído coletivamente, por meio de escolhas e articulações que refletem decisões culturais, políticas e metodológicas.

Segundo Canguilhem (2009), a história da Biologia é caracterizada por um “estatuto de descontinuidade”, marcada por rupturas e invenções conceituais. Isso implica compreender os fenômenos biológicos não apenas como dados empíricos, mas como construções teóricas que emergem de processos históricos e sociais.

Mayr propõe, então, a noção de uma epistemologia evolutiva (ou Darwiniana), segundo a qual o progresso da Biologia não se dá por revoluções súbitas ou acúmulos lineares, mas por um processo seletivo e gradual de desenvolvimento, refinamento e, eventualmente, eliminação de conceitos. Como afirma o autor, a Biologia é uma ciência de conceitos e, assim como na evolução biológica: “o progresso epistemológico, assim, é caracterizado por variação e seleção” (Mayr, 2004, p. 184).

Silva (2023b, p. 97), então, exemplifica:

Não é surpresa perceber uma temporalidade de definições que surgem, evoluem ou são extintas na história dessa ciência, tais como, o protoplasma, fixismo, epigênese, mutação, ácidos nucleicos, gene, cromossomos, espermatozoides, adaptação, células e etc.

A epistemologia, de forma geral, é o ramo da Filosofia que se dedica ao estudo da natureza, da origem, da validade e dos limites do conhecimento. Ou seja, ela investiga como sabemos o que sabemos e sob quais condições esse saber pode ser considerado legítimo. No caso das ciências, isso envolve examinar criticamente os métodos, conceitos e fundamentos utilizados na construção do conhecimento (Biggs *et al.*, 2022).

A Epistemologia da Biologia, portanto, constitui-se como um campo interdisciplinar que investiga a origem, a validade e os limites do conhecimento biológico, buscando compreender como os biólogos adquirem, justificam e avaliam suas crenças sobre a vida e os seres vivos. Mayr (1982) aponta cinco aspectos centrais para essa investigação epistemológica: Natureza evolutiva do pensamento biológico; Espécies como conceito-chave; Diversidade de explicações; Diversidade metodológica e Influência do contexto cultural, histórico e social.

Como aponta Leff (2007), a Epistemologia da Biologia não se limita à análise interna dos fundamentos dessa ciência, mas também se entrelaça com a complexidade do pensamento ambiental e interdisciplinar. A construção do

conhecimento biológico não ocorre de maneira isolada, mas em constante diálogo com diferentes epistemologias, contextos culturais e paradigmas científicos. Esse olhar ampliado permite não apenas compreender como o conhecimento sobre a vida é formulado e validado, mas também questionar suas implicações sociais, históricas e metodológicas.

Neste mesmo sentido, Andrade (2011) ressalta que, apesar de sua autonomia, a Biologia não se dissocia de outras áreas do saber. Os organismos são compostos por estruturas químicas e físicas, e as leis dessas ciências — entre outras — colaboram para a compreensão dos fenômenos do mundo vivo. “Desta forma, a Epistemologia da Biologia, caracteriza-se como uma associação de conhecimentos de diferentes campos do saber e as particularidades desta ciência em uma rede de relações do conhecimento” (Andrade, 2011, p. 1), situando-se como um campo dinâmico de inter-relações teóricas e práticas.

Compreender, então, a Biologia como uma ciência em constante construção, marcada por múltiplas rupturas, disputas conceituais e epistemológicas, é essencial para reconhecer sua complexidade e seu papel na produção de saberes sobre a vida. Longe de constituir-se como um sistema fechado ou meramente descritivo, a Biologia articula diferentes metodologias e práticas, relacionando-se com outras áreas por meio de sua natureza interdisciplinar.

Sob essa ótica, entender o conhecimento biológico sob o estatuto da descontinuidade e da construção coletiva é o que permite transpor o abismo entre o saber acadêmico e a prática social. Torna-se relevante investigar, portanto, como esses conhecimentos foram sendo organizados, sistematizados e transpostos para o contexto escolar, conformando a Biologia enquanto disciplina no ensino formal e quais foram os sentidos atribuídos a esse campo nos currículos e nas práticas educativas.

Portanto, essa investigação não se restringe a um exercício historiográfico, mas revela-se como um requisito pedagógico fundamental: se as definições de preservação, restauração e conservação, discutidas anteriormente, exigem uma postura crítica do cidadão, essa criticidade só é plena quando se compreende que tais conceitos são frutos de escolhas metodológicas, éticas e políticas. Antes de se exigir uma postura ativa diante dos desafios socioambientais, é preciso desvelar as bases conceituais e históricas que sustentam o ensino de Biologia na atualidade.

2.2 A Biologia como disciplina escolar

A Biologia, enquanto campo do conhecimento, não se consolidou diretamente como uma disciplina escolar. Seu percurso foi longo, marcado por articulações entre saberes, transformações curriculares e disputas sobre o que ensinar. Como destaca Chervel (1990), uma disciplina escolar não é a simples transposição de um saber científico, mas uma construção histórica feita pela escola e para a escola, com objetivos e lógicas próprias.

As disciplinas escolares resultam de processos históricos, culturais e pedagógicos que envolvem disputas por legitimidade, seleções curriculares e práticas docentes (Chervel, 1990). Neste mesmo sentido, segundo Forquin (1992), os saberes escolares são recortes da cultura, hierarquizados e legitimados por determinados grupos sociais. A seleção do que deve ser ensinado na escola envolve não apenas questões pedagógicas, mas também interesses políticos e ideológicos. Goodson (1997; 2018) também reforça essa perspectiva ao afirmar que o currículo é uma arena de batalhas, onde diferentes grupos buscam influenciar a formação das novas gerações.

[...] para compreender o processo de inclusão da Biologia na escola, e sua constituição como disciplina escolar, é necessário levar em conta os contextos históricos, políticos, culturais e sociais em que esse processo ocorreu. A incorporação da Biologia na escola não foi e nem é um processo neutro nem objetivo, mas tem tido e continua tendo conotações políticas e ideológicas (Peñaloza Jiménez *et al.*, 2021, p. 3498).

Assim, a formação da Biologia como disciplina escolar autônoma reflete tanto à fragmentação da História Natural - a seguir - quanto à necessidade de transpor didaticamente os saberes científicos para práticas escolares significativas (Chevallard, 1991; Forquin, 1993). Essa construção visa articular conteúdos conceituais, metodológicos e atitudinais voltados à compreensão da vida e à formação cidadã (Cassab *et al.*, 2012).

Nascimento Junior e Souza (2016) apresentam, então, que a constituição da Biologia como disciplina escolar não ocorreu de forma imediata, mas como resultado de um processo histórico, epistemológico e institucional que se intensificou a partir da fragmentação da História Natural. Essa disciplina, que até o final do século XIX reunia os conhecimentos sobre o mundo natural — incluindo a fauna, flora, minerais, clima, geografia e outras áreas —, ocupava um papel fundamental na formação científica dos estudantes, apresentando uma visão ampla e descritiva da natureza.

No entanto, com a Revolução de 1930, o Brasil passou por uma série de transformações políticas, econômicas e sociais - na Educação, marcadas principalmente pela Reforma Francisco Campos - e, assim, o ensino recebeu uma abordagem “efetivamente útil no manejo futuro das realidades e dos fatos da vida prática” (Campos, 1931, p. 641), ou seja, com uma finalidade de “formação do homem para todos os grandes setores da atividade nacional” (Campos, 1931, p. 693).

Dessa forma, além das reformas e mudanças curriculares, o avanço da ciência moderna e a especialização dos campos do saber levaram ao desmembramento da estrutura integrada das ciências naturais viabilizada pela História Natural, dando origem a disciplinas específicas como Biologia, Geografia, Física e Química (Nascimento Júnior; Souza, 2016).

No contexto internacional, especialmente no pós-Segunda Guerra Mundial, houve uma intensificação das políticas públicas voltadas à modernização do ensino, com foco na formação técnica e científica dos indivíduos. Essa tendência também se refletiu nos currículos escolares, que passaram a valorizar a experimentação científica como instrumento pedagógico e a organização disciplinar como reflexo da estrutura universitária e da pesquisa acadêmica (Silva, 2023a).

Como destacam Poliseli, Oliveira e Christoffersen (2013), o conhecimento científico moderno passou a operar com base em critérios de verificabilidade empírica, o que influenciou diretamente a organização curricular escolar, priorizando disciplinas que dialogassem com essas exigências metodológicas. Assim, a Biologia passou a incorporar uma abordagem mais analítica, com foco nos processos celulares, genéticos e evolutivos, distanciando-se das descrições enciclopédicas que marcavam a antiga História Natural.

No Brasil, como apontam Krasilchik (2000) e Cassab (2012), esse processo ganhou força sobretudo a partir da década de 1960, quando reformas educacionais brasileiras — influenciadas por organismos internacionais e pelo contexto da ditadura militar — buscavam alinhar o Ensino Médio às demandas do desenvolvimento econômico e da industrialização, ampliando a participação das ciências no currículo e atribuindo à escola o papel de formação para o mercado de trabalho.

Silva (2023b) realiza uma retomada histórica, apontando as alterações curriculares referentes à disponibilização de disciplinas como História Natural e Ciências Naturais para as séries do ensino secundário brasileiro. Nesta análise, corroborando Krasilchik (2000) e Cassab (2012), entende-se que a disciplina Biologia

foi ofertada, inicialmente, no colegial - tanto no clássico quanto no científico. Esta inovação curricular representou uma ruptura com a tradição do ensino de História Natural da Reforma Francisco Campos: “nota-se a representação de uma Biologia que descartou o fisicalismo e legitimou o pensamento biológico celular como matriz conceitual de disposição e estruturação dos saberes escolares”.

A disciplina escolar Biologia emergiu, então, nos anos 1960, consolidando-se como disciplina autônoma, em substituição à História Natural da Lei Orgânica do Ensino Secundário (Marandino; Selles; Ferreira, 2009), com conteúdos próprios e práticas pedagógicas que privilegiavam o laboratório, os modelos anatômicos, os sistemas de classificação e os princípios da Genética e da Evolução.

Assim, compreender o processo de constituição da Biologia como disciplina escolar permite analisar criticamente os currículos, os livros didáticos, as práticas docentes e as expectativas sociais em torno do ensino de Ciências da Natureza. Isso é fundamental para pensar uma educação científica que vá além da simples transmissão de conteúdos, e que contribua para a formação de sujeitos capazes de compreender criticamente os fenômenos da vida e agir de forma ética e responsável frente aos desafios socioambientais contemporâneos (Peñaloza Jiménez *et al.*, 2021).

Krasilchik (1972, p. 97), aponta:

A Biologia tem agora, na escola, uma nova situação, pois poderá entrar como disciplina isolada ou como parte de uma disciplina que abrange um conjunto de ciências integradas; em ambos os casos deverá dar ao aluno, além do conhecimento dos fenômenos biológicos, uma visão da sua estrutura como ciência, uma visão de sua importância no dia a dia do aluno e do papel que desempenhou no desenvolvimento da Humanidade.

Assim, Bittencourt (2005, p. 40) afirma que é “fundamental conhecer a história das disciplinas para identificar os pressupostos que possibilitam entender os liames e as diferenças entre uma disciplina escolar e as ciências de referência, uma vez que cada disciplina possui uma história”. Por sua vez, Dominique Julia (2002), explica que escrever a história de uma disciplina escolar exige enfrentar desafios metodológicos complexos e a dificuldade reside justamente em manter reunidos todos os fios dessa história — sem abandonar nenhum deles, o que exige uma análise articulada entre currículos, práticas escolares, materiais didáticos e políticas educacionais.

Entretanto, Silva (2023a), explica que existe uma lacuna nos trabalhos sobre a história da disciplina escolar Biologia no Brasil e que os esforços de documentação das pesquisas históricas em disciplina escolar são recentes. Citando alguns autores

que já se dedicaram à historiografia do ensino de Ciências e da disciplina escolar Biologia, o autor apresenta alguns destaques, como as lacunas significativas na produção, especialmente entre os anos de 1981 e 2010, o número de pesquisas reduzido quando comparado, por exemplo, à história da educação matemática.

Nesse sentido, apesar da existência de diversos decretos, leis e reformas que marcaram o ensino secundário brasileiro — como a Reforma Francisco Campos (1931), a Reforma Capanema (1942), a promulgação da primeira LDB (Lei nº 4.024/1961) e a Reforma Educacional de 1971, no contexto da ditadura militar — pesquisadores da área têm apontado uma pulverização de critérios para periodizar a história da disciplina escolar Biologia.

Krasilchik (1987; 1989) aponta alguns marcos importantes: o Decreto-Lei n. 9.054/1946, que substituiu a disciplina de História Natural da Lei Orgânica do Ensino Secundário pela Biologia; e a criação dos Centros de Ensino de Ciências (CECs) em Recife, São Paulo, Salvador, Belo Horizonte, Guanabara e Porto Alegre pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) em 1965, os quais foram estrategicamente pensados como locais de institucionalização e apropriação das ideias do movimento de renovação das disciplinas científicas da escola secundária.

Para melhor compreender a trajetória da Biologia enquanto disciplina escolar, Silva (2023a) consolida três amplos marcos temporais: (1) de 1890 a 1971, com ênfase na estruturação do ensino secundário e nas primeiras reformas republicanas; (2) de 1972 a 1996, período marcado pela vigência da Lei nº 5.692/1971 e pela consolidação da Biologia como disciplina no 2º grau e (3) de 1997 em diante, com a promulgação da nova LDB (Lei nº 9.394/1996), a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e, mais recentemente, da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Foi apenas com a nova LDB (Lei nº 9.394/96) que a legislação educacional passou a incorporar de forma mais explícita a necessidade de articular ciência, tecnologia, cultura e sociedade no currículo escolar (Brasil, 1996). Essa orientação abriu espaço para propostas pedagógicas mais integradoras e críticas, que viriam a ser melhor delineadas com os PCN nos anos 2000. Como destaca Krasilchik (2000, 2004), esses documentos introduziram temas transversais e enfatizaram a importância de um ensino voltado para a formação cidadã, incluindo temas como meio ambiente, saúde e ética. A Biologia passa, então, a ter um papel mais central na discussão de problemas contemporâneos.

Já na BNCC (Brasil, 2018), um marco recente e controverso na história da disciplina, conforme sua homologação em 2017 (Educação Infantil e Ensino Fundamental) e 2018 (Ensino Médio), a Biologia deixou de aparecer como disciplina autônoma e passou a compor a área de Ciências da Natureza. Com a implantação do Novo Ensino Médio com a Lei 13.415/2017 (Brasil, 2017), a reconfiguração se intensifica: a organização dos currículos por competências e itinerários formativos, aliada à redução da carga horária da área, pode comprometer uma formação científica mais sólida, especialmente no que diz respeito ao aprofundamento conceitual da Biologia.

Essas transformações, ainda que recentes, não emergem de forma isolada, mas atualizam as tensões históricas da constituição da Biologia como disciplina escolar — tensões que, como apresentado, atravessam disputas entre formação crítica e técnica, entre ciência acadêmica e educação escolar, entre demandas sociais e interesses políticos.

No Capítulo 3 desta tese, a BNCC e o Novo Ensino Médio serão retomados em maior profundidade como base para a discussão e análise sobre como esses marcos recentes têm influenciado a organização do currículo de Biologia, com enfoque no Ensino Médio e Ensino Superior.

2.3 O Ensino de Ciências e de Biologia

No âmbito da BNCC, a Biologia está inserida no eixo das Ciências da Natureza, juntamente com a Física e a Química. Apesar disso, ela possui especificidades epistemológicas, temáticas e metodológicas que a distinguem das demais áreas. Enquanto as outras ciências trabalham com modelos mais determinísticos e leis universais, a Biologia lida com sistemas complexos, diversidade e histórias evolutivas, o que exige abordagens distintas de ensino.

Rodrigues e Corazza (2023) retomam o que já descrevemos aqui: o estudo do mundo vivo, desde a Grécia Antiga até meados do século XIX, sofreu forte influência dos estudos do mundo físico-químico. E também explicam: nesse período extenso, a forma fragmentada e desarticulada dos seres vivos era consensual – as correntes de pensamento vigentes e as abordagens mais populares defendiam esta prática.

Naquele contexto, por exemplo, para o entendimento do funcionamento do corpo humano, contavam-se com os estudos dos médicos; enquanto para o reconhecimento e classificação das plantas, tinham-se os botânicos; para o

estudo dos animais, recorriam-se aos zoólogos; para o estudo das células e dos seres microscópios, tinham-se os químicos e, para o estudo da origem das espécies – evolução – contavam-se com os historiadores naturais. São tantas divisões que classificavam – e ainda classificam – o trabalho sobre um objeto comum a todas essas áreas de estudo, de forma que o fenômeno da vida passou a ser um epifenômeno (Rodrigues; Corazza, 2023, p. 2-3).

Não se surpreende que essa forma fragmentada de pensamento esteja presente nas organizações curriculares atuais, dado que a produção do conhecimento biológico historicamente ocorreu — e ainda ocorre — em centros de pesquisa estruturados de modo separado por departamentos, áreas e linhas de pesquisa, muitas vezes sem estabelecer um diálogo efetivo entre si.

Assim, um dos principais desafios didáticos da Biologia consiste em superar a fragmentação dos conteúdos e o predomínio de abordagens excessivamente factuais e descontextualizadas, como apontam autores como Krasilchik (2000) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Essa fragmentação resulta, muitas vezes, na apresentação da Biologia como um conjunto enciclopédico de informações desconectadas, dificultando a compreensão dos processos e das relações que caracterizam os sistemas vivos (Sasseron; Carvalho, 2011).

Esse desafio está relacionado à necessidade de integrar saberes e de articular a Biologia com questões do cotidiano, promovendo uma aprendizagem significativa e crítica. Neste sentido, Santos (2007) e Krasilchik (2008) apontam que o ensino de ciências praticado nas escolas, de modo geral, apresenta os conteúdos de forma individualizada, com enfoque na memorização e não na compreensão dos conceitos trabalhados.

Pozo e Gómez Crespo (2009) afirmam que muitas vezes os estudantes não conseguem adquirir as habilidades necessárias para elaborar um gráfico ou para observar corretamente através de um microscópio, por exemplo, mas outras vezes o problema é que eles sabem fazer as coisas, mas não entendem o que estão fazendo e, assim, não conseguem explicá-las e nem aplicá-las em novas situações. Essas dificuldades tornam-se evidentes, principalmente, na resolução de problemas, visto que os alunos tendem a enfrentar os problemas de um modo repetitivo, como simples exercícios rotineiros, em vez de encará-los como tarefas abertas que exigem reflexão e tomada de decisões.

Considerando que a escola e, conseqüentemente, a Educação possuem um papel central na formação de cidadãos críticos e participativos, é fundamental reconhecer que o ensino de disciplinas científicas, como a Biologia, deve favorecer a

capacidade dos indivíduos de compreender o mundo vivo, refletir sobre sua inserção nele e tomar decisões éticas e responsáveis, tanto em nível individual quanto coletivo. Nesse sentido, o Ensino de Biologia precisa ir além da simples transmissão de conteúdos: deve possibilitar a apropriação crítica do conhecimento científico e o entendimento do papel do ser humano na biosfera (Krasilchik, 2004; Sobrinho, 2009).

Aprender Ciência, nesse contexto, deve ser entendido como um exercício de construção de significados, no qual o estudante é convidado a comparar, diferenciar e refletir sobre diversos modelos e teorias científicas - e não de adquirir saberes absolutos e verdadeiros. A proposta é que os alunos avancem de suas concepções intuitivas para conhecimentos científicos, reconhecendo a ciência como um saber histórico, provisório e em constante transformação (Pozo; Gómez Crespo, 2009). Isso requer que participem do processo de elaboração do conhecimento científico, com suas dúvidas, hipóteses e interpretações, ao invés de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimentos prontos para o consumo (Pozo; Gómez Crespo, 2009).

Nesse mesmo sentido, Bachelard (1996) afirma que o verdadeiro conhecimento não se constrói pela simples acumulação de informações, mas sim pela ruptura com ideias anteriores e pela reconstrução ativa dos conceitos. Para o autor, o aluno só aprende quando é desafiado a transformar sua própria racionalidade, e isso só ocorre se o conteúdo mobilizar o espírito crítico e criativo do aprendiz. Ou seja, não existe a passagem do conceito por mera repetição do dito: o conceito a ser transmitido precisa ser organizado coerentemente no pensamento de quem ensina e reapropriado por quem aprende, uma vez que não há ensino onde não houver aprendizagem.

Essa concepção revela uma operação dialógica entre ensinar e aprender, onde o professor se torna, também, aprendiz entre seus pares, e o aluno, sujeito ativo na construção do saber, questionando, interpretando e criando hipóteses. Afinal, a cultura científica exige o papel de estudante de todos os seus participantes, os quais devem, constantemente, reelaborar o conhecimento, nunca perdendo a consciência de estarem envolvidos em um saber aberto e dinâmico que se constroem e reconstroem a partir de um saber anterior, fechado e estático (Bachelard, 1996).

Para isso, há a necessidade, antes de mais nada, de fazer a escola assumir o papel de escola socialmente ativa (Bachelard, 1996). A escola precisa estar conectada com o mundo, transformando-se em um espaço de produção de cultura e

conhecimento, articulado com a realidade próxima dos estudantes (Chassot, 2003; Alves; Pretto, 2011). Dessa forma, ela se torna mais significativa e prazerosa: se não houver espaço para a curiosidade, o interesse e a descoberta — tanto para alunos quanto para professores — a escola pode acabar inibindo aprendizagens, em vez de incentivá-las (Gadotti, 1999).

Como destacam Sasseron e Carvalho (2008), o letramento científico é essencial para que os estudantes possam compreender o mundo, tomar decisões informadas e participar de forma ativa na sociedade. Nessa perspectiva, o processo de aprendizagem da cidadania na escola não se refere apenas à aquisição de diferentes formas de conhecimento, mas também à vivência de práticas sociais baseadas no respeito, na igualdade, na dignidade e na participação (Garcia, 2006). Como afirma Westphal (2009), a educação torna-se um dos pilares do desenvolvimento do sujeito como cidadão.

Nesse processo, Chassot (2003) observa que formar cidadãos requer muito mais do que transmitir conteúdos: exige experiências concretas e significativas, transpostas do cotidiano para a sala de aula. Educar para a vida pressupõe incorporar essas vivências à aprendizagem e, reciprocamente, levar o aprendido para novas vivências.

Assim, a educação deve habilitar o aluno a aprender a fazer com o outro, aprender a conhecer e a articular conhecimentos, ser capaz de resolver problemas, confiar em suas potencialidades, ser protagonista de suas decisões e ações, a fim de que sejam formados cidadãos críticos e ativos nas tomadas de decisões (Zancan, 2000; Santos; Mortimer, 2001; Kindel, 2012).

E, embora a escola não seja capaz de resolver sozinha os graves problemas sociais, ela não pode ser negligenciada. Zanella (2008) defende que esse espaço se constitui como um fórum importante de discussão, embate, explicitação de contradições e delineamento de perspectivas futuras.

Para que a escola cumpra esse papel, ela precisa ser também um espaço de acolhimento. Vasconcelos (2007 *apud* Polakow, 1993) afirma que o ensino deve valorizar diferentes culturas — especialmente a cultura do outro — e possibilitar aos estudantes um “sentido de lugar”, no qual se sintam importantes não apenas como presença numérica, mas como sujeitos de significado e pertencimento.

A escola, então, precisa estar conectada com o mundo — não apenas fisicamente, por meio das tecnologias, mas principalmente enquanto espaço de

produção de conhecimento e cultura, articulado com a realidade próxima dos estudantes (Chassot, 2003; Alves; Pretto, 2011). Quando promove curiosidade, interesse e descoberta, a escola torna-se um espaço prazeroso e propício à aprendizagem (Gadotti, 1999).

Nesse processo de formação cidadã dos estudantes, a Biologia pode assumir um papel de destaque. Krasilchik (2008) defende que, ao ser trabalhada de maneira contextualizada, a disciplina contribui diretamente para a construção da cidadania. A autora ainda afirma: “o aprendizado das ciências é parte essencial da formação para a cidadania” (p. 4).

Weissmann (1993) e Santos (2007) também argumentam que os conhecimentos científicos, ao serem associados à discussão de valores, fortalecem a responsabilidade social e ética dos alunos, tornando-os ativos e solidários para conquistar o bem-estar da sociedade em que estão inseridos.

Dessa forma, torna-se essencial que o ensino de Ciências — e, particularmente, da Biologia — esteja voltado à formação científica e cultural dos alunos. No entanto, essa relevância da Biologia depende diretamente da maneira como seus conteúdos são abordados em sala de aula. Quando apresentados de forma descontextualizada e desvinculada da realidade dos alunos, a disciplina corre o risco de se tornar pouco significativa e pouco atrativa (Krasilchik, 2008). À medida que crescem os desafios socioambientais contemporâneos, é urgente fortalecer a consciência ambiental e a responsabilidade ética coletiva, elementos essenciais para o desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, Chassot (2003) afirma que entender a Ciência contribui para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza, melhorando a qualidade de vida por meio da participação popular e do entendimento do “estar fazendo parte do mundo” (p. 93). Para isso, o ensino de Ciências deve ir além da simples informação: ele precisa gerar nos estudantes a capacidade de refletir e modificar comportamentos e decisões.

Delizoicov e Angotti (1990), então, propõem romper com a fragmentação conceitual e aproximar o ensino da Biologia das vivências concretas dos estudantes. Para os autores, a abordagem de temas sociocientíficos — como biotecnologia, saúde pública, questões ambientais e ética científica — favorece a construção do pensamento crítico e o desenvolvimento de uma postura ética diante dos desafios atuais, conectando o conhecimento escolar à realidade social.

Essa perspectiva é reforçada por Schlünzen (2000), que explica que o atual processo de ensino-aprendizagem revela a necessidade de que o foco da educação seja o aluno, construtor de novos conhecimentos, em um ambiente Construcionista, Contextualizado e Significativo, no qual o aluno seja estimulado a explorar, pesquisar e refletir. Nesse cenário, o professor torna-se um mediador ativo do processo, utilizando diferentes metodologias e articulando sua própria experiência às vivências dos estudantes.

Ayres e Selles (2012) afirmam: ao abordar os múltiplos aspectos que envolvem a questão educacional — como avaliação, currículo, livros didáticos, acesso e permanência — é imprescindível considerar o papel central dos professores. Frequentemente vistos ora como heróis, ora como vilões, esses profissionais ocupam lugar de destaque na Educação.

A formação docente é, então, de extrema importância, pois permite que os professores formulem metodologias para a aprendizagem de todos os seus alunos. Camargo e Viveiros (2006) destacam a importância do uso de metodologias diferenciadas no ensino de Ciências — compreendidas como aquelas que se distanciam da abordagem expositiva tradicional — como forma de enriquecer os processos de ensino-aprendizagem.

Essa valorização da formação e das práticas pedagógicas encontra respaldo na ideia de que o processo de ensino-aprendizagem se torna realmente significativo quando o professor articula diferentes estratégias didáticas ao contexto dos estudantes. Como aponta Tardif (2010), um bom professor é aquele que mobiliza diferentes técnicas e saberes para se conectar com seus alunos, partindo de suas próprias vivências e das experiências dos estudantes para formular problemas e questões próximas da realidade deles, favorecendo uma aprendizagem mais ativa, reflexiva e contextualizada.

Nessa mesma direção, Tacca (2000) destaca que ensinar exige não apenas conhecer o conteúdo, mas também compreender a quem se está ensinando, considerando os aspectos socioculturais, as estratégias pedagógicas e os objetivos de aprendizagem.

Libâneo (2011) expõe, portanto, que é fundamental que o professor assuma uma posição de professor-reflexivo, um profissional que reflete sobre sua prática, alterando-a sempre que necessário, ensinando de modo eficaz, com aprendizagem mais sólida dos alunos. Essa capacidade de pensamento e reflexão do professor,

confere ao profissional a capacidade de lidar com situações apresentadas pela imprevisibilidade, sendo capaz de uma flexibilização para a resolução de situações desafiadoras (Alarcão, 2003).

Entretanto, Krüger e Harres (1999) indicam que, no Brasil, predomina uma concepção tradicional de ensino de Ciências, com metodologias transmissivas centradas no professor, que ocupam até 85% do tempo de aula (Krasilchik, 2008). Embora esses dados sejam de anos anteriores, estudos mais recentes, como os de Duarte (2018) e Branco *et al.* (2018), reforçam que essa configuração ainda é recorrente nas escolas brasileiras, mostrando que o debate sobre o ensino tradicional se mantém atual e necessário.

A publicação “Panorama de educação STEM no Brasil: Reflexões sobre a análise de dados e documentação bibliográfica” de 2023 (British Council Brasil, 2023), aponta que 51,7% dos alunos do ensino básico estão nos níveis mais elementares de letramento científico. Ainda que saibam resolver problemas e a interpretar informações e conhecimentos científicos, trata-se de um nível abaixo do que os parâmetros consideram como conhecimento básico.

Esse dado não apenas evidencia desigualdades na aprendizagem, mas também revela que muitas das metodologias adotadas ainda são pouco eficazes para promover uma compreensão profunda dos conteúdos. Bento e Santos (2022) observam que, mesmo quando há infraestrutura mínima disponível, muitos professores continuam recorrendo a estratégias transmissivas de ensino. Como destacam Harres (1999) e Delval (2001), abordagens tradicionais como essa contribuem para que os estudantes desenvolvam concepções distorcidas sobre a natureza da Ciência: passam a vê-la como um corpo de verdades absolutas, desconhecem o papel da criatividade no processo científico e enfrentam dificuldades em articular experiências, modelos e teorias.

Então, para que o ensino de Ciências cumpra seu papel formativo, é fundamental que a atuação docente se apoie em uma abordagem crítica e investigativa, que exponha os estudantes à diversidade cultural e lhes permita compreender a Ciência como uma construção humana, situada historicamente e influenciada por fatores socioculturais (Viecheneski *et al.*, 2012). Isso exige um trabalho interdisciplinar que envolva planejamento conjunto e participação ativa de professores e alunos, tornando o estudante protagonista do seu processo de aprendizagem (Pinheiro *et al.*, 2007).

A interdisciplinaridade, portanto, surge como uma alternativa promissora. Ela possibilita a integração de saberes e aprendizagens, oferecendo subsídios para propostas de trabalho mais conectadas à realidade dos estudantes, em especial no Ensino Médio (Lavaqui; Batista, 2007). No entanto, sua implementação enfrenta obstáculos. Caldeira (2009) observa que futuros professores de Ciências Biológicas têm dificuldade em articular os conhecimentos específicos da Biologia com os saberes didáticos e pedagógicos. Mesmo com propostas integradoras em alguns cursos de licenciatura, ainda é comum que os conteúdos sejam tratados de forma fragmentada e justaposta.

Como apontado anteriormente, essa fragmentação também se reflete, então, no cotidiano escolar. Tavares (2010) e Branco *et al.* (2018) indicam que a maioria das aulas de Ciências e Biologia ainda é conduzida por meio de exposições orais, com forte centralidade na figura do professor e o livro didático frequentemente sendo a única fonte de informação. Gramowski, Delizoicov e Maestrelli (2014) explicam que, mesmo diante das orientações dos documentos oficiais que enfatizam a articulação entre os saberes, os livros didáticos continuam estruturados de forma compartimentalizada, o que dificulta a integração temática e compromete abordagens interdisciplinares mais significativas.

Libâneo (2011) revela, assim, que uma das principais limitações enfrentadas pelos professores está na dificuldade de planejar aulas que vão além dos manuais didáticos, o que inclui também a pouca apropriação de práticas que envolvam a construção de modelos próprios de transposição didática por parte dos docentes. Alves Filho (2000), portanto, faz uma afirmação crítica: sem dúvida nenhuma, saber a importância da Transposição Didática faz-se necessário ao professor que pretende desenvolver um ensino mais contextualizado e com conteúdos menos fragmentados do que aqueles dos livros textos.

Entretanto, a escolha por estratégias tradicionais de ensino ainda persiste, muitas vezes em decorrência de fatores estruturais e institucionais, como a falta de tempo para planejamento coletivo, o desconhecimento de conteúdos de outras áreas, a ausência de coordenação pedagógica, a desmotivação dos alunos (Augusto; Caldeira, 2007), além da carência de formação continuada e da sobrecarga de trabalho docente (Bento; Santos, 2022). Esses entraves impactam diretamente na prática pedagógica, dificultando a adoção de metodologias mais reflexivas e integradoras.

Embora essas condições limitem a renovação das práticas, é justamente nesse cenário que se torna ainda mais urgente a adoção de abordagens que possam ampliar o repertório docente e ressignificar o ensino.

A organização estanque dos conteúdos biológicos compromete a capacidade do professor diagnosticar, problematizar e reorganizar os saberes escolares. Nesse sentido, Matthews (1995) propõe a inserção de elementos históricos e epistemológicos no ensino de Ciências, de modo a humanizar o conteúdo, dar sentido ao conhecimento escolar e enriquecer a formação docente, promovendo uma atuação mais reflexiva, mesmo em contextos adversos.

Corroborando, Silva Filho (2002) apresenta que o conhecimento biológico deve ser compreendido em sua historicidade, permeado por dimensões éticas, filosóficas, sociais e tecnológicas que influenciam sua construção. Leff (2007) reforça esse ponto ao afirmar que a construção epistemológica precisa ultrapassar os limites da racionalidade científica tradicional e dialogar com os imaginários coletivos, as formações discursivas e os valores que moldam os sujeitos sociais.

Nesse sentido, introduzir a epistemologia e a história da ciência no ensino permite questionar as estruturas dominantes da ciência atual, suas relações com o poder e seus modos de operar, contribuindo para a desmistificação do conhecimento científico e para o fortalecimento da participação crítica dos estudantes no processo de aprendizagem (Justina, 2011).

Essa perspectiva é especialmente relevante quando se trata da abordagem de temas complexos, como a questão ambiental, que envolve dimensões biológicas, sociais, culturais, econômicas e políticas (Silva Filho, 2002; Margulis; Sagan, 2002). O ensino de Biologia, portanto, precisa ser capaz de mobilizar repertórios pedagógicos amplos e interdependentes, de modo que os professores possam traduzir e ressignificar os significados atribuídos à natureza e à ecologia nas suas múltiplas intersecções (Jacobi, 2003).

Conclui-se, portanto, que a Biologia, enquanto disciplina escolar, deve assumir um papel ativo na formação de estudantes críticos, eticamente comprometidos e capazes de intervir na realidade. Seu ensino precisa estar articulado a práticas transformadoras que respeitem a diversidade epistêmica, biológica e cultural, reconhecendo o professor como sujeito de saber, cuja prática pedagógica integra conhecimentos acadêmicos e experiências vividas (Peñaloza Jiménez *et al.*, 2021).

Assim, compreendida como uma prática educativa situada, a Biologia pode contribuir não apenas para a construção de conhecimentos, mas para a formação de sujeitos mais conscientes e engajados com a sustentabilidade da vida em todas as suas dimensões — o que se torna ainda mais urgente à luz das recentes reformulações curriculares brasileiras, como a BNCC e o Novo Ensino Médio — que serão discutidas no próximo capítulo.

CAPÍTULO 3

O Currículo de Biologia:
Educação Básica e Ensino Superior

3. O CURRÍCULO DE BIOLOGIA: EDUCAÇÃO BÁSICA E ENSINO SUPERIOR

A constituição da Biologia como disciplina escolar, discutida no capítulo anterior, revelou uma trajetória marcada por tensões entre a ciência acadêmica e a educação escolar, entre formação crítica e técnica, entre demandas sociais e interesses políticos. Esses embates também se expressam na forma como os conteúdos biológicos são selecionados, organizados e apresentados nos currículos oficiais e praticados nas escolas e universidades brasileiras.

Historicamente, o ensino de ciências no Brasil passou por transformações, influenciadas pela valorização do método científico, experimentação didática e atualização dos currículos (Krasilchik, 1989; 2000).

Krasilchik (2000) explica que, inicialmente, o objetivo do ensino de ciências era a formação de técnicos e pesquisadores, impulsionando o processo de industrialização brasileiro. Nos anos 1960, com a mudança de concepção sobre o papel da escola, a formação cidadã ganhou mais espaço. Nessa época, as mudanças no ensino de Biologia estavam ligadas à evolução do currículo científico e à busca por autonomia e legitimidade das Ciências Biológicas (Selles; Ferreira, 2005; Cassab *et al.*, 2012).

Apesar desse avanço, o período da ditadura civil-militar reorientou a função da escola, passando a ser a formação de trabalhadores, reforçando novamente sua dimensão instrumental e levando à profissionalização do ensino de ciências – o que descaracterizou o papel curricular formativo e crítico do ensino de Ciências (Leite; Gradela, 2017).

Com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/1996), esse quadro foi reformulado mais uma vez. A nova legislação propôs a articulação entre educação, mundo do trabalho e prática social, abrindo espaço para discussões mais amplas sobre os sentidos da educação científica e da formação de professores (Ayres; Selles, 2012; Leite; Gradela, 2017).

Neste sentido, Pinheiro *et al.* (2007) afirmam que os avanços científicos e tecnológicos transformaram a sociedade, impactando os âmbitos econômico, político e social e, diante disso, o currículo escolar deve refletir essas mudanças, promovendo discussões contextualizadas sobre suas causas, consequências e interesses envolvidos.

Assim, de tempos em tempos, os currículos escolares são renovados. Essa adequação dos conteúdos para torná-los mais condizentes com as necessidades atuais da educação tem como finalidade tornar o ensino mais significativo para os estudantes em determinados momentos históricos (Sacristán, 2017).

Portanto, compreender o currículo de Biologia – tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior – é essencial para problematizar as finalidades atribuídas ao ensino dessa área e suas implicações para a formação dos estudantes e dos futuros docentes.

3.1 Concepções de currículo e suas implicações

O termo “currículo” tem origem na palavra latina *scurrere*, que significa “correr”, remetendo à ideia de um percurso a ser trilhado. Sua compreensão mais antiga remonta a registros da Universidade de Glasgow, na Escócia, em 1663, onde o termo designava um atestado de graduação concedido a um mestre dessa instituição (Goodson, 1997; Saviani, 2018). Com o tempo, o significado do currículo foi se ampliando: passou a referir-se a um conjunto de regras de conduta do indivíduo e, posteriormente, à organização disciplinar dos conhecimentos escolares.

Na atualidade, o currículo assume uma concepção mais abrangente, sendo entendido como o conjunto de saberes que se ensinam e se aprendem em um processo educativo, geralmente orientado por uma ordem de progressão. O currículo, então, é uma realidade prévia do ensino que estabelece os saberes escolares das disciplinas escolares para demarcar suas metas e finalidades para a sociedade (Silva, 2023b; Souza Júnior; de Oliveira Galvão, 2005).

Para além dos documentos oficiais, o currículo envolve também práticas, valores e escolhas que configuram a experiência escolar. Como destaca Forquin (1996), o currículo não se resume ao que está prescrito: ele inclui o vivido, o praticado e até o não dito — expressando, assim, os sentidos mais amplos da formação escolar.

Dessa forma, o currículo não pode ser compreendido apenas como um conjunto neutro de conteúdos a serem transmitidos. Ele é, antes de tudo, um artefato social, resultado de disputas políticas, culturais e ideológicas que atravessam o campo educacional. Para Goodson (1997, p. 17), o currículo é “uma arena de batalhas”, pois carrega em sua estrutura os embates históricos entre diferentes visões de mundo e de sociedade. É nesse sentido que ele deve ser entendido como “um

artefato social, concebido para realizar determinados objetivos humanos específicos”. Essa perspectiva nos obriga a considerar o currículo não como algo dado, mas como uma construção histórica e cultural, constantemente tensionada por interesses diversos.

Para entender a complexidade do currículo, é necessário reconhecê-lo em suas múltiplas dimensões. Goodson (1997, 2018) propõe três parâmetros fundamentais: o currículo prescrito, o currículo praticado e o currículo oculto.

O primeiro refere-se ao currículo oficial, prescrito ou pré-ativo, estabelecido em documentos normativos, como as diretrizes curriculares, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular. Ele expressa os padrões legitimados pelo Estado e tem a função de orientar a escolarização. O currículo praticado (também conhecido como real ou ativo), por sua vez, diz respeito ao que realmente acontece nas salas de aula, ou seja, às práticas efetivas dos professores e estudantes. Santos (1995) explica que não se trata de uma dicotomia entre essas duas dimensões do currículo, mas sim como elementos que se inter-relacionam dentro da complexa rede de interesses sociais e culturais que determinam o que é considerado válido ensinar.

Por fim, o currículo oculto, como discute Forquin (1996), diz respeito aos objetivos, normas e valores implícitos nas práticas culturais, que atravessam o cotidiano escolar e contribuem para a reprodução ou contestação de determinadas ordens sociais. Sacristán (2017) também explora essa dimensão ao apontar que valores, normas, expectativas e relações de poder são aprendidos implicitamente no cotidiano escolar, mesmo quando não constam nos planejamentos ou documentos oficiais. O currículo oculto, portanto, revela aspectos das práticas escolares que, muitas vezes, reproduzem desigualdades e silenciam determinados saberes.

Neste mesmo sentido, quando Sacristán (2017) aponta que o currículo é uma construção histórica, social e política, reflexo das disputas e tensões que atravessam a sociedade, faz sentido afirmar que o currículo é um campo de conflitos no qual diferentes grupos sociais disputam a hegemonia sobre o conhecimento que deve ser escolarizado. Apple (2006), por sua vez, argumenta que o currículo reflete interesses de classes dominantes, sendo moldado por relações de poder que operam no interior da escola e da sociedade.

Silva (2007) também destaca a natureza ideológica do currículo, defendendo que toda seleção de conteúdos é, necessariamente, uma exclusão de outros. Assim,

ao definirmos o que deve ser ensinado, estamos também decidindo o que será deixado de fora — e essa escolha nunca é neutra.

Com base nessas reflexões, o currículo de Biologia pode ser analisado não apenas como um conjunto de conteúdos científicos, mas como um campo de disputas em que se articulam saberes escolares, epistemologias científicas, interesses políticos e demandas sociais. Torna-se evidente, então, que sua estruturação ao longo do tempo está permeada por diferentes tradições.

Goodson (1997; 2018) identifica três tradições curriculares que concorrem nas disciplinas escolares: a tradição acadêmica, a utilitária e a pedagógica. A tradição acadêmica é fortemente influenciada pelas ciências de referência, trazendo para a escola a lógica conceitual e organizacional da Biologia como campo científico. Já a tradição utilitária está vinculada às demandas sociais e culturais, valorizando conteúdos que se conectam com o cotidiano dos estudantes e com a preparação para o mundo do trabalho. Por fim, a tradição pedagógica preocupa-se com o ensino dos conteúdos, isto é, com a adaptação do saber científico ao processo de ensino-aprendizagem.

Essas tradições se entrelaçam na construção do currículo oficial e também se refletem nas práticas docentes. Como destaca Silva (2023b), muitas dessas práticas constituem as “tradições inventadas” — série de práticas procedimentais e simbólicas reguladas, repetidas, que buscam estabelecer conexões com um passado nem sempre contínuo ou legítimo, mas que se tornam aceitas como naturais. No caso da Biologia escolar, isso se expressa na persistência de uma abordagem disciplinar fragmentada e excessivamente conteudista, apesar dos avanços nas discussões pedagógicas e epistemológicas.

Essa permanência de abordagens conteudistas pode ser compreendida, em parte, como expressão da tradição acadêmica, que tende a valorizar a organização lógica e conceitual dos saberes conforme os referenciais científicos. No entanto, a aproximação do ensino de Biologia com o campo científico, especialmente por meio da experimentação didática e da cientificização dos conteúdos, também se articulou com demandas sociais e pedagógicas, sendo impulsionada por reformas educacionais e pela valorização da ciência como motor do progresso social (Marandino; Selles; Ferreira, 2009).

Esse movimento se intensificou com a influência de modelos curriculares internacionais, como o projeto norte-americano *Biological Science Curriculum Study*

(BSCS), que defendia a centralidade do método científico como eixo estruturante do ensino, e nos anos 1950, passou a orientar propostas curriculares no Brasil com foco na vivência do processo científico pelos estudantes (Krasilchik, 2008).

A partir dos anos 1960, o currículo da Biologia escolar passou a refletir mais diretamente as disputas por legitimidade e autonomia das Ciências Biológicas enquanto campo científico. Nesse contexto, consolidou-se a ideia de que o ensino deveria formar não apenas cidadãos, mas também indivíduos capazes de compreender e participar da produção científica e tecnológica do país (Silva, 2023b).

Na década de 1980, esse movimento ganhou novo fôlego com ações promovidas pelo Ministério da Educação, que passou a investir em programas voltados ao caráter experimental do ensino de Ciências e Biologia como estratégia pedagógica. A justificativa recorrente era de que tais práticas contribuíam para valorizar a ciência socialmente e para despertar, entre os jovens, o interesse pelo conhecimento científico (Fracalanza, 2009). Essa perspectiva se manteve presente nas décadas seguintes, mesmo diante das mudanças nas legislações educacionais e nos discursos oficiais sobre o papel do ensino de Ciências na formação para a cidadania.

Assim, com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/96), a educação básica passa a ter a finalidade de “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhes meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (Brasil, 1996, p. 9).

A Educação no Brasil está dividida em dois níveis, o nível básico e o superior, cada qual com suas subdivisões. A primeira subdivisão do nível básico é a Educação Infantil, composta por creches (para pessoas de 0 a 3 anos) e pré-escolas (para pessoas de 4 e 5 anos), gratuita, mas não obrigatória, e de competência dos municípios. Em seguida, o Ensino Fundamental – anos iniciais (do 1º ao 5º ano) e anos finais (do 6º ao 9º ano) – de caráter obrigatório e gratuito. Já o Ensino Médio (do 1º ao 3º ano) é de responsabilidade dos Estados, podendo ser técnico profissionalizante ou não (Brasil, 1988).

Com relação ao nível superior, têm-se as Graduações, além de Pós-Graduações Lato e Stricto Sensu, de competência da União, podendo ser oferecidas por Estados e Municípios. Além disso, o serviço educacional pode ser prestado por entidades privadas, sob a fiscalização e delegação estatal (Brasil, 1988).

A seguir, serão apresentadas informações relacionadas ao Ensino de Biologia no Ensino Superior e Ensino Médio, respectivamente. Dessa forma, serão detalhados métodos, currículos e dados atualizados, conforme recentes mudanças aplicadas à educação brasileira.

3.2 O currículo de Biologia no Ensino Superior

A Biologia é a Ciência que estuda os seres vivos, a relação entre eles e o meio ambiente, além dos processos e mecanismos que regulam a vida. O documento das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os Cursos de Ciências Biológicas dispõe que:

Os profissionais formados nesta área do conhecimento têm papel preponderante nas questões que envolvem o conhecimento da natureza.

O estudo das Ciências Biológicas deve possibilitar a compreensão de que a vida se organizou através do tempo, sob a ação de processos evolutivos, tendo resultado numa diversidade de formas sobre as quais continuam atuando as pressões seletivas. Esses organismos, incluindo os seres humanos, não estão isolados, ao contrário, constituem sistemas que estabelecem complexas relações de interdependência. O entendimento dessas interações envolve a compreensão das condições físicas do meio, do modo de vida e da organização funcional interna próprios das diferentes espécies e sistemas biológicos. Contudo, particular atenção deve ser dispensada às relações estabelecidas pelos seres humanos, dada a sua especificidade. Em tal abordagem, os conhecimentos biológicos não se dissociam dos sociais, políticos, econômicos e culturais (Brasil, 2001, p.1).

Atualmente, existem 1.062 cursos de Ciências Biológicas e suas variantes em atividade no Brasil - sendo 710 cursos de Licenciatura, podendo formar, em sua totalidade de vagas, 250.088 profissionais da Educação e 352 cursos de Bacharelado, com 93.412 vagas, conforme dados por consulta avançada no e-MEC⁸: Curso de Graduação > Ciências Biológicas.

De acordo com o Ministério da Educação e Cultura (MEC) e o Conselho Federal de Biologia (CFBio)⁹, as atuações de um profissional formado em Ciências Biológicas são diversas e abrangem uma ampla gama de áreas e setores, por exemplo: (1) Pesquisa Científica, visto que os biólogos podem realizar pesquisas em laboratórios, instituições de pesquisa acadêmica e centros de pesquisa

⁸ Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior. Disponível em: <https://emec.mec.gov.br/emec/nova>.

⁹ Conselho Federal de Biologia. Áreas de atuação. Disponível em: <https://cfbio.gov.br/areas-de-atuacao/>.

governamentais ou privados; (2) Ensino, atuando como professores em diferentes níveis de ensino, desde o fundamental até o superior; (3) Meio Ambiente e Conservação, desempenhando papéis na conservação da biodiversidade, protegendo e restaurando ecossistemas e espécies ameaçadas; (4) Consultoria Ambiental, realizando estudos de impacto ambiental, monitorando áreas protegidas e fornecendo orientações sobre regulamentações ambientais; (5) Educação Ambiental, atuando na sensibilização de pessoas e na promoção de conceitos e práticas em ambientes formais e não-formais de ensino; (6) Saúde, principalmente nas áreas de especialização em microbiologia, genética e biomedicina/biotecnologia; (7) Jardinagem e Paisagismo, uma vez que pode-se projetar e manter áreas verdes urbanas, jardins botânicos e espaços naturais; (8) Perícia Criminal e Genética Forense, aplicando conhecimentos em genética para auxiliar na identificação de vítimas, resolução de crimes e investigação de evidências biológicas. Além desses exemplos, existem diversas outras áreas de atuação, dependendo dos níveis de especialização do profissional de Biologia.

Entende-se, portanto, que o profissional em Ciências Biológicas deverá ser, dentre outras características: generalista, crítico, ético; detentor de adequada fundamentação teórica, como base para uma ação competente, que inclua o conhecimento profundo da diversidade dos seres vivos, bem como sua organização e funcionamento em diferentes níveis, suas relações filogenéticas e evolutivas, suas respectivas distribuições e relações com o meio em que vivem; consciente da necessidade de atuar com qualidade e responsabilidade em prol da conservação e manejo da biodiversidade, políticas de saúde, meio ambiente, biotecnologia - tanto nos aspectos técnicos-científicos quanto na formulação de políticas -, se tornando agente transformador da realidade presente, na busca de melhoria da qualidade de vida; e, por fim, apto a atuar multi e interdisciplinarmente, adaptável à dinâmica do mercado de trabalho e às situações de mudança contínua do mesmo.

O profissional em formação, então, deve entender o processo histórico de produção do conhecimento das Ciências Biológicas referente a conceitos/princípios/teorias; estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade e atuar multi e interdisciplinarmente, interagindo com diferentes especialidades e diversos profissionais, de modo a estar preparado para a contínua mudança do mundo produtivo.

Nesse sentido, as DCN para os Cursos de Ciências Biológicas estabelecem uma estrutura de curso que contemplem as exigências do perfil do profissional em Ciências Biológicas, levando em consideração a identificação de problemas e necessidades atuais e prospectivas da sociedade, assim como da legislação vigente. O currículo do curso, entre outras particularidades, deve garantir uma sólida formação básica inter e multidisciplinar; promover um ensino problematizado e contextualizado, assegurando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão; e proporcionar a formação de competência na produção do conhecimento com atividades que levem o aluno a: procurar, interpretar, analisar e selecionar informações e identificar problemas relevantes, realizar experimentos e projetos de pesquisa.

Embora todas essas diretrizes, definições e recomendações dos documentos que norteiam o curso de Ciências Biológicas apresentem uma necessidade de estruturação multi e interdisciplinar dos conteúdos, na prática, um dos desafios do Ensino de Biologia no Ensino Superior é a fragmentação curricular: a realidade das salas de aula muitas vezes revela uma fragmentação excessiva do conhecimento biológico em disciplinas isoladas.

O currículo desses cursos tem sido tradicionalmente estruturado a partir da segmentação dos saberes científicos em disciplinas específicas, o que espelha uma tradição acadêmica fortemente vinculada à Biologia como ciência de referência (Goodson, 1997, 2018). Lourenço (2008) apresenta, então, que a divisão do currículo em compartimentos estanques, como Biologia Celular, Genética, Ecologia, entre outros, pode dificultar a compreensão das interconexões entre os tópicos.

Esse modelo curricular fragmentado tende a reproduzir uma lógica conteudista e disciplinar, muitas vezes dissociada das necessidades da formação docente e do exercício da profissão em contextos escolares. Como explicam Augusto e Caldeira (2007), os cursos de Ciências Biológicas mantêm forte vínculo com a tradição acadêmica, o que pode dificultar a articulação entre os conhecimentos científicos e as práticas pedagógicas voltadas à Educação Básica.

Por sua vez, Meghioratti (2009) e Caldeira (2011) afirmam que a fragmentação da Biologia em múltiplas subáreas, apesar de cumprir a função de apresentar os domínios do Conhecimento Biológico e de permitir que os alunos alcancem determinados níveis de especialização em cada área específica, leva, também, à apresentação dos conteúdos de forma compartimentalizada, o que dificulta aos

estudantes estabelecer conexões entre os diversos temas e compromete a compreensão integrada e global dos fenômenos biológicos. Como consequência, tende-se a reforçar uma visão reducionista da Biologia, desconsiderando sua complexidade e interconexões.

De forma analítica, Andrade *et al.* (2008) observam que a fragmentação com que a Biologia é apresentada tanto no Ensino Médio quanto nos cursos de graduação reflete a organização das próprias linhas de pesquisa que se consolidaram ao longo da história das Ciências Biológicas. Embora, em determinado momento histórico, essa compartimentalização tenha sido positiva ao possibilitar a especialização e o aprofundamento dos conhecimentos em subáreas específicas, ela apresenta limitações quando aplicada ao ensino. Segundo os autores, a estruturação do ensino por blocos disciplinares estanques compromete a compreensão da complexidade dos fenômenos biológicos e dificulta a construção de uma visão integrada da vida. Por isso, defendem que a superação dessa fragmentação exige um olhar epistemológico sobre o campo biológico, capaz de evidenciar os conceitos estruturantes da Biologia e articulá-los em um corpo de saber coerente e unificado.

De fato, as DCN para os cursos de Ciências Biológicas (Brasil, 2001) apontam a importância de considerar a evolução epistemológica dos modelos explicativos dos processos biológicos como base para a estruturação da formação inicial, visto que discussões dessa natureza contribuem para que os futuros profissionais desenvolvam uma compreensão mais profunda dos fundamentos da Biologia, sendo capazes de contextualizar e questionar teorias e conceitos (El-Hani, 2007).

Nesse contexto, Andrade *et al.* (2008) argumentam que compreender a epistemologia de uma ciência significa, entre outros aspectos, conhecer os conceitos que sustentam seu desenvolvimento e evitar distorções que podem comprometer a qualidade do ensino. No entanto, apesar do reconhecimento formal da relevância da Epistemologia da Biologia, essa dimensão ainda é pouco abordada nos currículos dos cursos de licenciatura e bacharelado.

Como aponta El-Hani (2007), poucos cursos de licenciatura em Biologia incluem, de forma consistente, discussões sobre a Filosofia da Biologia, a História da Ciência ou a Epistemologia da Ciência — elementos fundamentais para que os professores compreendam o caráter histórico, provisório e construído do conhecimento científico.

Caldeira (2011, p. 08) explica: talvez, dado a enorme quantidade de conceitos que as disciplinas específicas tratam em um curso de Ciências Biológicas, seja difícil refletir sobre o processo histórico de construção do conhecimento, dificultando uma compreensão ampla sobre o conhecimento científico e que, por fim, dificulta o pensar que religa conceitos oriundos da Ciência e seus processos de construção.

Neste mesmo sentido, Krasilchik (2008) expõe que o excesso de conceitos na Biologia torna-se um empecilho para o docente e o discente, pois enquanto o docente demanda mais tempo para explicar e exemplificar os conceitos, o discente consome mais tempo para compreender e relacionar os conceitos ao seu dia a dia.

Entretanto, outra possibilidade de superação dos obstáculos formativos em Biologia é a ênfase na prática como componente curricular, a qual deve ser desenvolvida desde o início e de forma contínua, de acordo com as DCN. Infelizmente, autores como Diniz-Pereira (2011) e Libâneo (2011) apontam que essa prática ainda é, em muitos cursos, limitada a estágios supervisionados isolados e desarticulados das demais disciplinas.

Assim, a ausência de espaços sistemáticos para integrar teoria e prática, bem como a falta de propostas curriculares articuladas e epistêmicas, acaba contribuindo para uma formação fragmentada, superficial e pouco reflexiva.

Diante disso, é necessário organizar diversas atividades de ensino e pesquisa durante a formação inicial, para que os graduandos tenham melhores condições de estabelecer ligações epistemológicas consistentes entre as áreas do saber (Caldeira, 2009), resultando, assim, em profissionais comprometidos com os resultados de sua atuação e com a sociedade; atuando de forma multi e interdisciplinar, sejam eles bachareis ou licenciados (Brasil, 2001).

No caso específico da licenciatura, então, essa demanda torna-se ainda mais complexa, pois envolve não apenas o domínio do conhecimento biológico, mas também sua transposição didática e articulação com práticas pedagógicas.

Entretanto, a fragmentação entre o domínio do conteúdo e a prática pedagógica é um grande entrave: enquanto a Biologia é ensinada com forte vínculo ao paradigma científico acadêmico, o ensino da didática e das práticas pedagógicas aparece como algo "posterior", desvinculado dos conteúdos. Como destacam Pimenta e Lima (2012), essa estrutura reforça a ideia de que o saber biológico é neutro e universal, e que ensinar consiste apenas em transmiti-lo de forma

simplificada. Essa concepção, além de desconsiderar o papel ativo do professor, ignora as dimensões sociais, culturais e formativas do processo educativo.

Assim, Caldeira (2009) observa que os futuros professores enfrentam dificuldades em articular os conhecimentos biológicos com os conhecimentos didático-pedagógicos. Apesar de projetos integradores e reformas propostas desde a década de 1990, como os PCNs e, mais recentemente, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, ainda persiste uma cisão entre o aprender Biologia e o ensinar Biologia.

Essa tensão, entretanto, não é recente: remonta à origem dos cursos de licenciatura no Brasil, visto que a formação de professores no Brasil não foi inicialmente objeto de políticas específicas. Enquanto o ensino médio foi estruturado de forma centralizada a partir da fundação do Colégio Pedro II, em 1837, a formação docente só começou a ser pensada de maneira mais sistemática a partir da década de 1930. Antes disso, os professores eram geralmente recrutados entre os bacharéis formados nos cursos superiores existentes (Ayres; Selles, 2012).

Foi no contexto de efervescência cultural dos anos 1920 — impulsionado por transformações nas artes, ciências e educação — que emergiu com mais força a necessidade de uma formação própria e voltada ao magistério. Nesse cenário, destaca-se a criação da Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi) da Universidade do Brasil, que consolidou o modelo de formação docente conhecido como “3+1”: três anos de bacharelado em uma área específica e um quarto ano voltado à formação pedagógica. Essa estrutura, que se tornou normativa em todo o país, cristalizou a separação entre os saberes científicos e os pedagógicos, estabelecendo um padrão de formação que ainda hoje influencia os cursos de licenciatura, especialmente os da área de Ciências Biológicas (Ayres; Selles, 2012).

A partir das décadas de 1930 e 1940, mudanças curriculares significativas impactaram a organização das disciplinas escolares. Como apresentado no capítulo anterior, a Reforma Francisco Campos, de 1931, introduziu a disciplina Ciências Físicas e Naturais no primeiro ciclo do ensino secundário, com a proposta de integrar os conteúdos das diferentes ciências naturais. Portanto, o predomínio de metodologias passivas e conteudistas que marcavam o ensino das ciências foram consideradas inadequadas e desatualizadas. Tal descontentamento encontrou ressonância em um movimento internacional, liderado pelos Estados Unidos e Inglaterra, conhecido como “movimento de renovação do ensino de ciências”, o qual

foi marcado por grandes investimentos para o desenvolvimento de novos programas curriculares (Ayres; Selles, 2012).

Contudo, na prática, a formação docente permaneceu fragmentada e a especialização dos cursos de licenciatura, como a de História Natural, não contemplava as exigências de uma disciplina integrada. Até a década de 1960, a formação de professores sofreu poucas transformações em relação à sua concepção. É destacado aqui o aumento da duração do bacharelado de três para quatro anos. Além disso, a concepção dos cursos de licenciatura como um apêndice técnico-pedagógico dos cursos de bacharelado prevaleceu sem grandes questionamentos até as décadas seguintes (Ayres; Selles, 2012).

Nos anos 1960 – o que parece ser uma constante na história da educação brasileira –, o já existente problema da carência de professores foi agravado pela baixa procura por cursos de licenciatura e pela evasão profissional motivada pela desvalorização do magistério. Como resposta, foi criada a Licenciatura Curta em Ciências, com carga horária menor, destinada à formação de professores “polivalentes” para o antigo ginásio, habilitados para ensinar tanto Ciências quanto Matemática. Ainda que buscasse resolver o déficit docente, essa proposta aprofundou a formação generalista, desvinculada da complexidade do ensino científico e das especificidades da docência em Ciências (Ayres; Selles, 2012).

Nesse panorama, os cursos de formação de professores em Ciências passaram a conviver com um duplo desafio: por um lado, responder às demandas urgentes por professores formados; por outro, enfrentar a complexidade curricular da disciplina escolar Ciências, cujas bases integradoras não eram contempladas na formação ofertada (Ayres; Selles, 2012).

O resultado foi a consolidação de um currículo formativo marcado pela fragmentação, pelo distanciamento entre teoria e prática, e pela ausência de articulação entre os conteúdos científicos e os saberes pedagógicos. Esse modelo, com raízes históricas profundas, ainda se reflete nos desafios contemporâneos enfrentados pelas licenciaturas em Ciências Biológicas, especialmente no que diz respeito à construção de um currículo integrado, crítico e socialmente comprometido com a realidade escolar.

Corroborando, Gatti e Barreto (2009) destacam que os currículos das licenciaturas são atravessados por disputas entre modelos de formação: de um lado, uma concepção técnica e conteudista, centrada na transmissão de saberes

disciplinares isolados; de outro, uma perspectiva formativa mais crítica e integrada, voltada à compreensão da docência como prática situada e reflexiva. Essa tensão repercute diretamente na forma como os cursos são estruturados e vivenciados pelos futuros professores.

Além disso, cabe destacar que os currículos dos cursos superiores de Biologia também são influenciados pelas demandas do mercado de trabalho, o que impacta diretamente a concepção do que deve ser ensinado e aprendido (Frigotto, 2007; Silva; Coutinho, 2024).

Ainda que o avanço de diretrizes e projetos integradores tenha buscado amenizar essa cisão histórica entre a formação científica e a formação pedagógica, os desafios permanecem. É necessário que os currículos universitários dialoguem com as demandas escolares reais, que contemplem a diversidade dos contextos de atuação docente e que contribuam para o desenvolvimento de práticas didáticas significativas, contextualizadas e interdisciplinares. Conforme defendem Nóvoa (2009) e Tardif (2010), formar professores hoje exige reconhecer o caráter situado, experiencial e coletivo da profissão docente.

3.3 O currículo de Biologia na Educação Básica

A educação brasileira passou e passa por uma série de reformas em busca de um modelo que transforme a realidade educacional do país, superando os desafios das altas taxas de analfabetismo, da precariedade de políticas comprometidas com o ensino significativo e de qualidade, da desvalorização do professor, da escassez de recursos didáticos, entre outros (Santos; Lima, 2021).

Nesse processo, os documentos oficiais — como leis, diretrizes, parâmetros e bases curriculares — assumem um papel central na prescrição dos conteúdos escolares, das competências a serem desenvolvidas e das metodologias sugeridas. Tais documentos expressam o currículo oficial, isto é, aquele legitimado pelo Estado, cuja função é orientar o trabalho docente e garantir certa uniformidade nos processos educativos. No entanto, é o currículo real, aquele efetivamente praticado em sala de aula, o qual é atravessado por múltiplos fatores: a formação dos professores, as condições institucionais, os recursos disponíveis, as culturas escolares e as trajetórias dos próprios sujeitos envolvidos no processo educativo (Goodson 1997; 2018; Forquin 1996).

Ao longo da história da educação brasileira, a Biologia como disciplina passou por diferentes reformulações curriculares para a Educação Básica, com destaque para marcos como a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/1996), a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e, mais recentemente, a elaboração e implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Novo Ensino Médio.

A promulgação da LDB (Lei nº 9.394/1996) representou um momento de inflexão na educação brasileira, visto que rompeu com modelos prescritivos anteriores e estabeleceu princípios de flexibilidade e valorização da autonomia das instituições escolares. No que tange ao Ensino Médio, etapa final da Educação Básica, a LDB definiu como sua finalidade a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos, preparando o estudante para o exercício da cidadania e para o trabalho:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Nesse contexto, como destacam Santos (2007) e Krasilchik (2008), o ensino de Biologia deveria deixar de ser meramente enciclopédico para assumir um papel formativo mais amplo, contribuindo para a compreensão crítica do mundo natural e social.

Em consonância com os princípios da nova LDB, o Ministério da Educação lançou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), entre 1997 e 2000. Esses parâmetros representaram uma tentativa de orientar os currículos escolares com base em competências e habilidades, valorizando a contextualização e a interdisciplinaridade, com o importante papel de nortear os caminhos da escola em formar alunos capazes de reconhecer e exercer plenamente seus direitos e deveres na atual sociedade (Batista; Moraes, 2019).

Desde 1998, os PCNs apresentam a importância do conhecimento científico nos âmbitos das Ciências Naturais e Meio Ambiente, uma vez que reconhece o ser humano como parte integrante da natureza e relaciona sua ação às mudanças nas

relações entre os seres vivos e à alteração dos recursos e ciclos naturais; reconhece, também, que os desgastes ambientais estão ligados ao desenvolvimento econômico, e que estes estão relacionados a fatores políticos e sociais, discutindo as bases para um desenvolvimento sustentável (Brasil, 1997).

Assim, para o Ensino de Ciências da Natureza, o documento propôs, ainda, a superação do ensino tradicional e conteudista, incentivando abordagens investigativas que estimulam o pensamento científico, a curiosidade, a argumentação e a tomada de decisões informadas. Dentre as competências atribuídas à área, destacam-se a capacidade de comunicação, o questionamento de processos naturais e tecnológicos por meio da investigação, e o uso da ciência como instrumento de interpretação e intervenção no mundo.

Embora os PCNs tenham influenciado significativamente as propostas curriculares estaduais e municipais, sua implementação nas escolas ocorreu de forma desigual e, muitas vezes, superficial, esbarrando em desafios estruturais, como a formação docente e a ausência de materiais didáticos adequados e alinhados às novas diretrizes.

A BNCC passa a exercer, então, um novo papel formativo na educação brasileira. Homologada em 2017 para a Educação Básica e em 2018 para o Ensino Médio, ela é de caráter obrigatório e define os direitos de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes em cada etapa da Educação Básica, buscando uma unidade no desenvolvimento de competências e habilidades dos alunos e, conseqüentemente, um sistema educacional de qualidade.

A Biologia, neste documento, não aparece mais como disciplina autônoma, mas sim como parte da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, juntamente com a Física e a Química. De acordo com o documento, esta mudança na organização por áreas do conhecimento e não mais por disciplinas

[...] adota a flexibilidade como princípio de organização curricular, o que permite a construção de currículos e propostas pedagógicas que atendam mais adequadamente às especificidades locais e à multiplicidade de interesses dos estudantes, estimulando o exercício do protagonismo juvenil e fortalecendo o desenvolvimento de seus projetos de vida (Brasil, 2018, p. 468).

Na escola, entretanto, a disciplina escolar “Biologia” permanece, mantendo um caráter mais científico e com conhecimentos especificamente biológicos, sendo

ministrada, ainda, por professores formados em cursos de Ciências Biológicas (Marandino; Selles; Ferreira, 2009).

Assim, a BNCC estabelece as competências e habilidades que os estudantes devem desenvolver em Biologia, como a capacidade de analisar informações científicas, compreender as interações entre os seres vivos e o ambiente, aplicar conhecimentos biológicos na resolução de problemas e compreender as implicações éticas da pesquisa e prática biológicas. A Base enfatiza, então, a importância da integração interdisciplinar, incentivando que o Ensino de Biologia seja conectado a outras disciplinas, como Química, Física e Geografia, para uma compreensão mais ampla dos fenômenos naturais.

Então, a BNCC reforça uma perspectiva integradora e por competências, centrada no desenvolvimento de habilidades gerais e específicas — o que, para alguns autores, pode representar um avanço na articulação interdisciplinar. Para outros, entretanto, significa um esvaziamento dos conteúdos próprios da Biologia e uma fragilização da sua identidade disciplinar.

Autores como Franco e Munford (2018) contextualizam a produção da BNCC em um momento de crise política e conservadorismo, o que teria favorecido a consolidação de um currículo tecnicista, centrado em demandas mercadológicas e na formação de sujeitos voltados ao desempenho funcional, em detrimento de uma educação crítica e emancipatória.

Corazza (2016), ao analisar criticamente os sentidos atribuídos à BNCC, alerta para os riscos de se consolidar um currículo autoritário e homogêneo, mesmo sob a aparência de um discurso democrático e flexível. A autora problematiza o que chama de “quarteto da BNCC” — base, nacional, comum e curricular — como elementos que, longe de garantirem pluralidade, podem reforçar uma visão normativa e restritiva de educação, alicerçada em saberes legitimados por um projeto político centralizador.

Landim, Diniz e Santana (2017) sintetizam as críticas à BNCC em três aspectos centrais: a fragilidade dos argumentos utilizados para justificar a criação de um “currículo nacional”, que se apoiam em justificativas legalistas e superficiais, sem aprofundamento teórico ou pedagógico; o real objetivo da Base, que, mais do que orientar a avaliação da aprendizagem, parece atuar como um instrumento de controle do trabalho docente; e a forma como os objetivos de aprendizagem são apresentados, de maneira engessada e conteudista, desconsiderando a diversidade de contextos e a desigualdade nas condições de trabalho nas escolas brasileiras.

Visto que a proposta de uma Base Nacional Comum para a Educação Básica foi regida pela Constituição Federal de 1988 e também lançada no artigo 26 da LDB; nesta está documentada a necessidade de complementar a BNCC com uma parte diversificada, adaptada às realidades regionais e locais. Entretanto, essa orientação tem sido progressivamente enfraquecida pelo avanço de um modelo curricular uniformizante, o que levanta questões sobre a capacidade da Base promover, de fato, uma formação crítica, ética e cidadã para a “construção de uma sociedade justa, democrática e igualitária” (Brasil, 2018, p. 9), como defendido em sua competência geral número 1. Portanto, ao não dialogar com as identidades e contextos socioculturais dos sujeitos, a BNCC esvazia suas próprias promessas de ampliação democrática.

Neste mesmo sentido, Landim, Diniz e Santana (2017, p. 07) destacam que

A proposta de uma base curricular nacional é louvável e, talvez, mesmo necessária. No entanto, o objetivo de colocar-se como “uma referência nacional para a formulação de currículos”, constituindo-se como “unidade na diversidade, reorientando o trabalho das instituições educacionais e sistemas de ensino em direção a uma maior articulação” (BRASIL, 2016, p. 28), talvez foque mais a unidade e desconsidere a diversidade da realidade brasileira, ou, talvez melhor dito, realidades brasileiras.

Assim, embora a BNCC afirme adotar uma abordagem “integrada e sistêmica” para o ensino de Biologia e valorize o conhecimento científico como instrumento para o posicionamento crítico dos estudantes diante de questões contemporâneas — como racismo, homofobia, sexualidade, gravidez e aborto, biotecnologia e problemas socioambientais relativos à preservação da biodiversidade e estratégias para desenvolvimento sustentável (Brasil, 2016) —, na prática, importantes temas transversais foram suprimidos ou abordados de forma extremamente limitada.

Apenas uma habilidade do Ensino Fundamental menciona a sexualidade de forma ampliada, reconhecendo suas dimensões biológica, sociocultural, afetiva e ética; o que evidencia a fragilidade dessa abordagem. Já temas como gravidez, aborto e uso de drogas são mencionados pontualmente ou sequer aparecem de modo estruturado, apesar de sua relevância no contexto da formação crítica e ética dos estudantes.

Portanto, como apontam Franco e Munford (2018), a base reflete um contexto de exclusão e silenciamento de pautas progressistas, reiterando preconceitos e aprofundando desigualdades entre o ensino público e o privado.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível fortalecer espaços de formação continuada que promovam o debate crítico sobre a BNCC e suas implicações nas práticas pedagógicas, especialmente na formação de professores de Biologia. A universidade, nesse contexto, deve se aproximar das escolas por meio de projetos de extensão, estágios, eventos formativos e pesquisas colaborativas, contribuindo para que os educadores compreendam, ressignifiquem e, se necessário, tensionem os sentidos e usos da BNCC no cotidiano escolar.

Com a implementação da Lei nº 13.415/2017 (Brasil, 2017), que reformulou o Ensino Médio brasileiro, os impactos sobre o currículo de Biologia tornaram-se ainda mais evidentes. O Novo Ensino Médio instituiu a divisão entre Formação Geral Básica, obrigatória a todos os estudantes e Itinerários Formativos, que devem ser escolhidos conforme os interesses dos estudantes e a oferta de cada instituição. Essa reformulação também aumentou a carga horária total dessa etapa escolar e, em acordo com a BNCC, reorganizou os conteúdos em áreas de conhecimento, substituindo a organização tradicional por disciplinas estanques.

A proposta dos Itinerários Formativos prevê que cada aluno escolha, a partir do 1º ano do Ensino Médio, sua área de formação, dentre as cinco opções: Linguagens e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas; Matemática e suas tecnologias; Formação Técnica e Profissional. Esses itinerários devem ser organizados a partir de quatro eixos estruturantes: Processos Criativos, Investigação Científica, Mediação e Intervenção Sociocultural e Empreendedorismo. A partir dessa seleção, para atingir o total de 3.000 horas no período regular, a Lei propõe que o currículo do Novo Ensino Médio tenha até 1.800 horas dedicadas à Formação Geral Básica e, no mínimo, 1.200 horas para a parte diversificada, constituída pelos Itinerários Formativos, disciplinas eletivas, projeto de vida e algum componente local (Brasil, 2018).

A Biologia, assim, passa a ser ofertada não necessariamente como uma disciplina obrigatória nos três anos do Ensino Médio. Na Formação Geral Básica, os conteúdos biológicos são diluídos dentro da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, sendo muitas vezes reduzidos a blocos temáticos ou competências gerais. Já nos Itinerários Formativos — que devem aprofundar os estudos em áreas específicas —, a oferta de componentes de Biologia dependerá da escolha institucional e da infraestrutura disponível, o que tem gerado desigualdade de acesso e descontinuidade formativa, sobretudo nas redes públicas.

Jacomini (2022, p. 267) explicita tal preocupação:

Na essência, a reforma do ensino médio representa uma ruptura com a oferta de uma formação científica e humanística comum e geral a todos/as os/as estudantes que concluem a educação básica, conforme previsto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei n.9.394/1996. A reforma reforça e legitima a dualidade escolar ao direcionar estudantes das classes populares para 'itinerários formativos' que dificultam a continuidade dos estudos em nível universitário e não fornecem a esses/as estudantes a mesma formação técnico-profissional dos Institutos Federais e das escolas técnicas públicas, por exemplo, que atendem a uma pequena parcela da população. Ou seja, a reforma do ensino médio implica um rebaixamento do acesso ao conhecimento a jovens brasileiros/as; mas não para todos, já que as elites e as classes médias não permitirão a simplificação curricular nas escolas que atendem seus filhos.

A Lei nº 13.415/2017 estabelece que “o currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino”. Assim, Pereira e Cortes (2022), afirmam que o discurso inscrito no documento apresenta a possibilidade de uma flexibilidade curricular, a qual deve ser pautada nas especificidades de cada contexto local e nas possibilidades das unidades escolares. O documento, então, revela a consideração sobre as diferentes realidades das instituições; no entanto, na prática, alguns sentidos são apagados, a exemplo das precárias infraestruturas das escolas, falta de verbas, falta de professores com a formação específica, desvalorização docente e as desigualdades sociais que assolam o país.

Nesse sentido, Pinheiro, Evangelista e Moradillo (2020, p. 251) provocam:

Digamos, por exemplo, que uma aluna tenha decidido seguir na área de ciências da natureza e suas tecnologias. Caso na escola próxima à sua residência só tenha disponível o itinerário de linguagens e suas tecnologias, essa aluna vai ter que se deslocar para que consiga prosseguir seus estudos na área desejada - e os gastos com transporte devem ser custeados pela família - ou cursar o itinerário que estiver disponível para ela, ainda que não seja da sua escolha. Considerando que a opção não seja ofertada no município de residência da aluna, ela terá, além do custo, o tempo de deslocamento para um município próximo. Devemos analisar, ainda, as escolas situadas nas zonas rurais, que já são extremamente negligenciadas e provavelmente teriam menos opções de itinerários. O Estado garantiria o transporte para esses estudantes? Como ficaria a situação de milhares de adolescentes nessas condições?

Portanto, a incorporação de Itinerários Formativos sem considerar as condições estruturais das instituições agrava os problemas já existentes, precarizando ainda mais o ensino ofertado.

Além disso, a ausência de diretrizes nacionais claras e detalhadas para a implementação dos Itinerários abriu margem para uma grande heterogeneidade nas propostas curriculares das redes estaduais e escolas privadas, que passaram a operar com diferentes formatos, estruturas e prioridades. Com isso, tem-se observado, em muitos contextos, uma sobreposição de temas, a eliminação de conteúdos estruturantes da Biologia e o esvaziamento de sua abordagem crítica e conceitual, comprometendo a formação científica dos estudantes e sua preparação para os desafios sociais, ambientais e éticos da atualidade (Franco; Munford, 2018; Pinheiro; Evangelista; Moradillo, 2020; Jacomini, 2022).

A tendência, então, é que o atual Ensino Médio contribua para o esvaziamento do currículo – o qual, cada vez mais, tem um foco utilitarista –, para a valorização das avaliações em larga escala e para a mercantilização da educação. Assim, ao invés de reduzir, o Novo Ensino Médio pode promover a ampliação dos índices de evasão escolar, fortalecer o negacionismo científico e, claro, dificultar, cada vez mais, o trabalho do professor (Freitas; Romeu; Barroso, 2024).

Como é possível observar, a perspectiva para o futuro, então, vai contra a justificativa hegemônica construída para a implementação do Novo Ensino Médio. Jacomini (2022, p. 267), explica que, num passado recente, ideias como ‘o ensino médio está em crise’; ‘o ensino médio não corresponde às expectativas dos estudantes, por isso há muita evasão’; ‘o ensino médio focaliza o preparo para a universidade, num contexto em que a maioria não segue o percurso acadêmico’ etc., passaram a explicar todos os problemas que envolviam essa etapa da educação básica. Assim, a reforma do ensino médio foi apresentada como a solução para todos eles. Sem a participação da população geral e de comunidades escolares e acadêmicas na construção do Novo Ensino Médio, entendemos, portanto, os possíveis desdobramentos negativos desse processo.

É possível afirmar, portanto, que apesar da criação de programas, reformas e projetos educacionais, persiste uma profunda insuficiência de apoio institucional às escolas e aos professores. Existem leis e diretrizes que, em teoria, buscam corrigir as deficiências do sistema educacional brasileiro; no entanto, a descontinuidade dessas políticas, os impasses na implementação e o distanciamento em relação à realidade concreta das escolas resultam em marcas profundas e duradouras no cotidiano educacional. A comunidade escolar — composta por professores, estudantes e gestores — tem sido historicamente colocada em posição passiva diante das

reformas que se reconfiguram a cada novo governo, frequentemente alicerçadas em interesses ideológicos e econômicos.

Como afirmam Batista e Moraes (2019), a desvalorização do magistério, a sobrecarga de tarefas, a escassez de recursos didáticos, o desinteresse dos alunos e a resistência institucional a práticas reflexivas e críticas são reflexos diretos de políticas públicas desarticuladas e distantes dos sujeitos que constroem a escola diariamente. Tais fatores tornam ainda mais desafiadora a tarefa de construir um currículo de Biologia que, de fato, promova uma formação crítica, cidadã e emancipadora, capaz de dialogar com as necessidades do presente e com as urgências do futuro.

3.3.1 O currículo de Biologia na Educação Técnica

A BNCC e o Novo Ensino Médio, como apresentado, introduziram mudanças estruturais na organização curricular da Educação Básica brasileira, afetando diretamente o modo como os componentes curriculares são distribuídos e vivenciados nas escolas. Nesse contexto, as Escolas Técnicas Estaduais (ETECs), que articulam a formação geral com a formação profissional, também passaram a incorporar essas diretrizes, adaptando sua proposta pedagógica às novas normativas nacionais.

As ETECs, portanto, seguem as diretrizes educacionais, assegurando a oferta da formação geral básica e dos itinerários formativos obrigatórios. No entanto, esse percurso é complementado por disciplinas técnicas e práticas específicas, que variam de acordo com a área profissional escolhida pelos estudantes — como administração, saúde, tecnologia e meio ambiente. Essa organização curricular busca promover uma formação mais alinhada às exigências do mercado de trabalho, ao mesmo tempo em que prepara os estudantes para a continuidade dos estudos no ensino superior¹⁰.

Torna-se, então, relevante discutir as particularidades do currículo de Biologia no Ensino Técnico, instituição alvo desta pesquisa, tendo em vista que a organização dos Itinerários Formativos, as cargas horárias reduzidas e as exigências da formação técnica impactam diretamente a forma como os conteúdos biológicos são abordados e desenvolvidos neste contexto escolar.

¹⁰ CENTRO PAULA SOUZA. ETEC. Disponível em: <https://www.cps.sp.gov.br/etec/>. Acesso em: 6 jul. 2024.

O ensino técnico surgiu no Brasil como uma resposta à necessidade de formar mão de obra qualificada para a crescente industrialização do país. Desde o início do século XX, o modelo de educação profissionalizante evoluiu para atender às demandas do mercado de trabalho e da sociedade. Assim, o ensino técnico busca conciliar a base comum de conhecimento com habilidades específicas para diferentes setores produtivos, oferecendo aos estudantes a possibilidade de ingressar mais rapidamente no mercado de trabalho¹¹.

As ETECs, no estado de São Paulo, são instituições públicas de ensino técnico e médio, administradas pelo Centro Paula Souza, uma autarquia do Governo do Estado de São Paulo. Elas oferecem cursos técnicos, ensino médio regular e ensino médio integrado ao técnico, possibilitando que jovens e adultos adquiram qualificação profissional ainda durante a educação básica¹¹.

Atualmente, existem 228 ETECs no Estado de São Paulo, atendendo mais de 226 mil alunos nos ensinos técnico, integrado, médio e de especialização técnica. Essas instituições oferecem 256 cursos, distribuídos em: 117 cursos técnicos, com modalidades presenciais, semipresenciais e online; 104 cursos de ensino médio integrado ao técnico; e 35 especializações técnicas. Os cursos abrangem diversas áreas do conhecimento, como saúde, administração, tecnologia, meio ambiente, turismo e indústria². Além disso, as ETECs se destacam no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), com uma média de 5,9, superior à média nacional para o ensino médio, que é de 4,2¹¹.

O ingresso nas ETECs se dá por meio do "Vestibulinho", um processo seletivo composto por 50 questões objetivas que avaliam conhecimentos em Matemática, Língua Portuguesa, Ciências, História, Geografia, Inglês e conteúdos interdisciplinares. Esse exame tem como finalidade selecionar candidatos aptos para os cursos oferecidos, garantindo a qualidade do ensino¹². No entanto, críticas apontam que esse modelo pode reforçar desigualdades educacionais, favorecendo estudantes de camadas sociais mais privilegiadas ou que tiveram acesso a cursinhos

¹¹ EDUCA GERAL. Etecs da Região do ABC estão na lista das melhores no Ideb 2021. Disponível em: <https://educageral.com.br/geral/etecs-da-regiao-do-abc-estao-na-lista-das-melhores-no-ideb-2021/>. Acesso em: 6 jul. 2024.

¹² ETEC. **Vestibulinho**. Disponível em: <https://vestibulinho.etec.sp.gov.br/>. Acesso em: 6 jul. 2024.

preparatórios¹³. Em resposta a essas críticas, algumas unidades têm adotado medidas para ampliar a inclusão, como cursos preparatórios gratuitos para candidatos de baixa renda¹⁴.

As ETECs possuem em sua infraestrutura laboratórios modernos, salas equipadas com tecnologia educacional, bibliotecas e espaços específicos para atividades práticas. Em cursos técnicos da área da saúde, por exemplo, há laboratórios de enfermagem, farmácia e análises clínicas. Na área de tecnologia, muitas unidades possuem laboratórios de informática de ponta, enquanto cursos voltados para a indústria contam com oficinas mecânicas e equipamentos de automação; possibilitando, portanto, que os alunos tenham contato com ferramentas utilizadas no setor produtivo².

Na página institucional das ETECs, afirma-se que a metodologia de ensino adotada combina teoria e prática, utilizando abordagens como projetos interdisciplinares, estudos de caso e metodologias ativas de aprendizagem. Em muitos cursos, os estudantes desenvolvem projetos reais, simulando situações encontradas no mercado de trabalho. Além disso, destaca-se a aproximação entre ensino e mercado por meio de programas de estágio e parcerias com empresas. Muitos cursos incluem, ainda, disciplinas voltadas ao empreendedorismo e à inovação, com o objetivo de preparar os alunos para criar seus próprios negócios ou atuar em setores estratégicos da economia².

Entretanto, autores como Peres (2024) alertam que, apesar dessa proposta metodológica, o Ensino de Biologia nas ETECs enfrenta desafios. Muitas vezes, os roteiros didáticos adotados são padronizados e orientados pelas exigências de exames externos, como o ENEM, o que limita a adoção de metodologias investigativas, debates e atividades práticas. Essa limitação é agravada pela estrutura curricular das ETECs, que tende a priorizar as demandas específicas dos eixos técnico-profissionais, relegando a Biologia a um papel secundário, como um conteúdo complementar, e não como um campo essencial para o desenvolvimento da consciência ambiental, do pensamento crítico e da compreensão da vida.

¹³ PROJETO GAUSS. **Conheça os segredos do Vestibulinho ETEC**. Disponível em: <https://projetogauss.org/2022/04/27/vestibulinho-etec-saiba-todos-os-segredos/>. Acesso em: 6 jul. 2024.

¹⁴ CENTRO PAULA SOUZA. **‘Dicas de milhões’ para conquistar uma vaga no Vestibulinho das Etecs**. Disponível em: <https://www.cps.sp.gov.br/dicas-de-milhoes-para-conquistar-uma-vaga-no-vestibulinho-das-etecs/>. Acesso em: 6 jul. 2024.

Nesse mesmo sentido, Campos (2024) afirma que, na configuração curricular das ETECs, os componentes da Formação Geral Básica — incluindo a disciplina de Biologia — devem compartilhar espaço com os conteúdos da formação técnica, o que muitas vezes implica a redução da carga horária destinada às Ciências da Natureza e dificulta o desenvolvimento de abordagens mais aprofundadas ou interdisciplinares no ensino dessas disciplinas.

Por outro lado, o Ensino Técnico também pode oferecer importantes oportunidades de articulação entre teoria e prática, sobretudo quando os conteúdos biológicos são integrados aos contextos profissionais dos cursos — como nos campos da agropecuária, meio ambiente, nutrição e enfermagem. A interdisciplinaridade se fortalece especialmente quando há projetos integradores bem estruturados, docentes com autonomia para planejar o currículo e apoio institucional para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras (Araujo; Frigotto, 2015; Silva; Coutinho, 2024).

Gadotti (2009) apresenta que a Educação, em qualquer nível de ensino, deve estar comprometida com a formação de cidadãos críticos, éticos e participativos. Além da partilha de conhecimentos técnicos ou acadêmicos, ela deve promover o desenvolvimento de competências que permitam aos indivíduos compreender seu papel na sociedade, analisar problemas de maneira reflexiva e atuar de forma responsável e solidária. A BNCC (Brasil, 2018) enfatiza a necessidade de uma formação integral, que articule o aprendizado com valores como cidadania, justiça social e sustentabilidade.

Dessa forma, entende-se que tanto no ensino regular quanto no ensino técnico, a escola se torna um espaço de construção de identidades, desenvolvimento do pensamento crítico e fortalecimento da participação democrática, preparando os estudantes para enfrentar desafios profissionais e sociais de maneira consciente e responsável.

Entretanto, segundo Frigotto (2007) e Oliveira (2015), o modelo de ensino técnico no Brasil tem sido marcado por uma tensão entre formação para o trabalho e formação para a cidadania. Os autores explicam que a ênfase excessiva na empregabilidade tende a instrumentalizar o currículo, priorizando competências técnicas em detrimento de conteúdos que favoreçam a reflexão crítica, a compreensão sistêmica e o engajamento ético dos estudantes — o que afeta diretamente a Biologia, especialmente no que diz respeito a temas como meio ambiente, sustentabilidade e biodiversidade.

Assim, diante do exposto, observa-se que o currículo de Biologia no Ensino Técnico concentra tensões comuns a outras modalidades de ensino, mas que se acentuam pela dualidade entre formação geral e formação profissional. A fragmentação curricular, a ênfase nas demandas do mercado e a limitação do tempo escolar restringem as possibilidades de um ensino de Biologia mais crítico, contextualizado e interdisciplinar.

Apesar desses entraves, o Ensino Técnico também apresenta potencial para ressignificar o ensino biológico, especialmente quando promove conexões entre os saberes científicos e os desafios concretos das áreas profissionais, favorecendo a compreensão da Biologia como um conhecimento vivo, com implicações éticas, ambientais e sociais.

Portanto, ao buscar compreender de que forma os conceitos de sustentabilidade — em especial os de preservação da biodiversidade, conservação da biodiversidade e restauração ambiental — são apropriados por docentes e discentes no contexto curricular do Ensino Técnico, este trabalho considera as especificidades dessa modalidade de ensino, pretendendo contribuir com reflexões que fortalecem a construção de um ensino de Biologia crítico, contextualizado e comprometido com a formação cidadã. Para alcançar tais propósitos, no próximo capítulo, serão apresentados os procedimentos metodológicos adotados nesta investigação.

CAPÍTULO 4

Procedimientos metodológicos

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho se configura como uma pesquisa de natureza quanti-qualitativa, visto que articula procedimentos de natureza estatística com estratégias interpretativas voltadas à compreensão dos sentidos atribuídos pelos sujeitos. A vertente quantitativa está presente na aplicação de um instrumento diagnóstico e a dimensão qualitativa, se expressa, majoritariamente, pela realização de entrevistas semiestruturadas.

Sampieri, Collado e Lucio (2013) explicam que o enfoque metodológico de uma pesquisa pode ser quantitativo, qualitativo ou misto, cada um com características, processos e benefícios específicos. O enfoque quantitativo mede fenômenos, utiliza procedimentos estatísticos, testa hipóteses e realiza análises de causa e efeito. Seu processo é sequencial, dedutivo e comprobatório, buscando analisar a realidade de forma objetiva, permitindo alguns benefícios como a generalização de resultados, maior controle sobre os fenômenos, precisão, possibilidade de réplica e previsão.

O enfoque qualitativo explora os fenômenos em profundidade, extraindo significados dos dados sem se fundamentar na estatística. Seu processo é indutivo e recorrente, analisa múltiplas realidades subjetivas e não segue uma sequência linear. Como benefícios, Sampieri, Collado e Lucio (2013) destacam a profundidade de significados, a riqueza interpretativa, a extensão e a contextualização do fenômeno estudado.

Tafla *et al.* (2022) complementam: a pesquisa qualitativa utiliza questionários, entrevistas não estruturadas ou semiestruturadas, grupos focais e observação não estruturada buscando compreender e interpretar as experiências, analisa as informações narradas a partir de teorias do campo qualitativo e não necessita de hipótese.

Por fim, o enfoque misto combina, então, elementos dos métodos quantitativo e qualitativo, integrando procedimentos e perspectivas de ambos para potencializar a compreensão dos fenômenos investigados (Sampieri; Collado; Lucio, 2013).

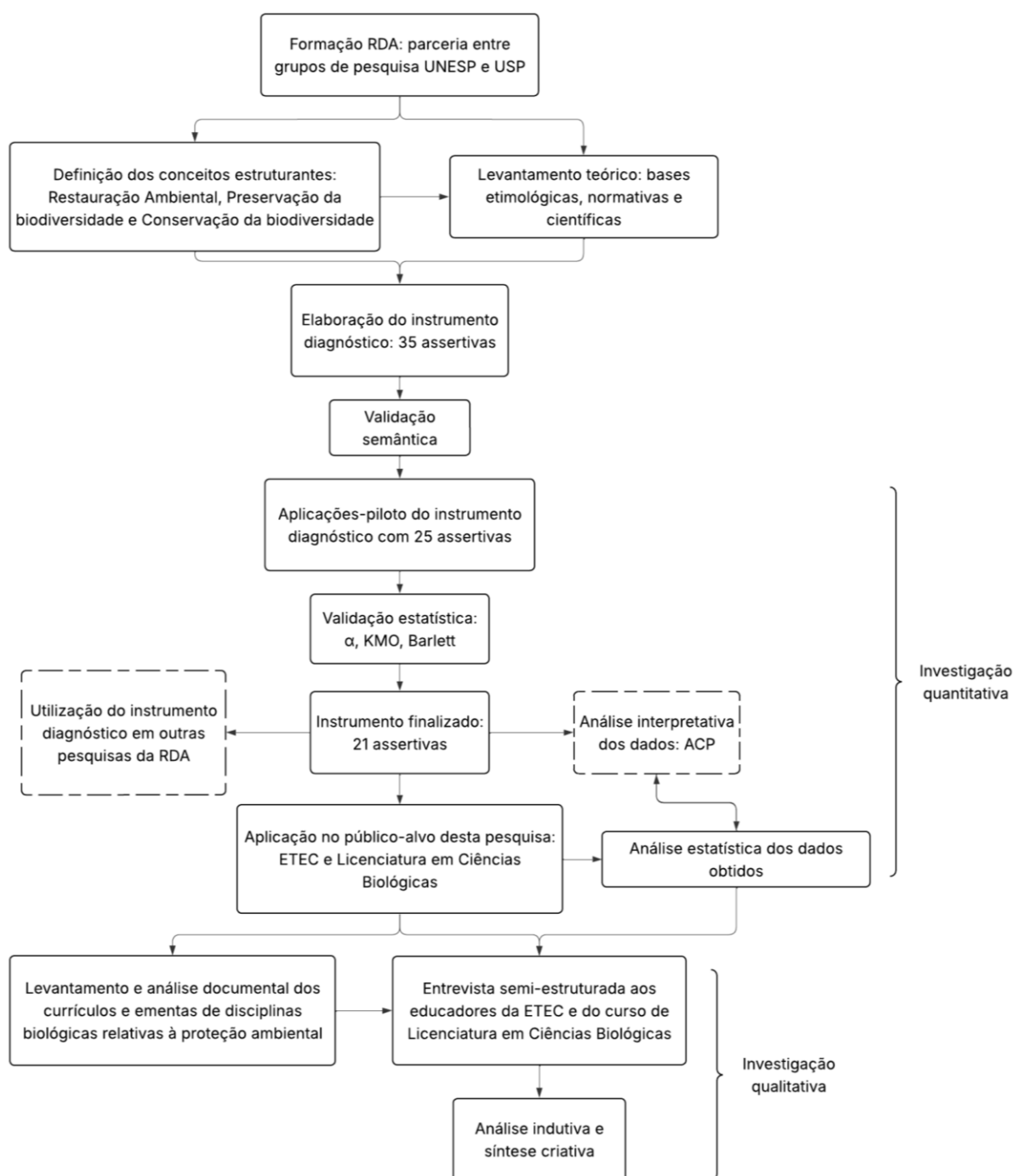
E, conforme apontam Tafla *et al.* (2022), em todas as abordagens existem benefícios, riscos e limites, mas uma não se sobrepõe à outra em questão de qualidade metodológica. Cabe, portanto, ao pesquisador escolher qual abordagem ajudará a responder de forma apropriada aos objetivos da pesquisa.

Dessa forma, a opção por uma abordagem metodológica mista nesta pesquisa baseia-se na compreensão de que a articulação entre métodos qualitativos e quantitativos pode ampliar as possibilidades interpretativas da pesquisa em Educação. Tal escolha permite combinar a objetividade e a amplitude dos dados numéricos com a profundidade e a contextualização proporcionadas pelas análises qualitativas, favorecendo uma compreensão mais abrangente e integrada.

Como afirmam Schneider, Fujii e Corazza (2017, p. 570), “a pesquisa qualitativa pode ser apoiada pela pesquisa quantitativa e vice-versa, possibilitando uma análise estrutural do fenômeno com métodos quantitativos e uma análise processual mediante métodos qualitativos”.

Nesse mesmo sentido, Patton (2002) destaca que estudos que se apoiam em uma única forma de coleta de dados ou um único método tendem a ser mais vulneráveis a erros e vieses. Em contrapartida, o autor recomenda a triangulação, uma estratégia que fortalece a pesquisa ao combinar métodos, fontes de dados, investigadores ou teorias diferentes para cruzar as informações, confrontar e verificar a consistência dos dados obtidos, fortalecendo, assim, a credibilidade dos resultados e favorecendo interpretações mais robustas, uma vez que permite examinar o fenômeno sob múltiplas perspectivas.

Portanto, considerando a complexidade do percurso metodológico adotado nesta investigação, que articula procedimentos de natureza quantitativa e qualitativa ao longo de diferentes etapas, optou-se por apresentar, a seguir, um fluxograma que sintetiza visualmente o processo da pesquisa (Figura 2), organizando cada uma das fases, desde o planejamento inicial e a construção do instrumento, passando pela coleta de dados, até as etapas de análise e interpretação.

Figura 2 - Síntese do processo da pesquisa.

Fonte: elaboração própria.

Na sequência, serão descritas as abordagens quantitativa e qualitativa, nos subtópicos 4.1 e 4.2, respectivamente.

4.1 Abordagem quantitativa

A vertente quantitativa desta pesquisa teve como objetivo realizar um levantamento de dados entre discentes da Educação Básica, especificamente no ensino técnico e no Ensino Superior, em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, sobre três conceitos-chave relacionados à sustentabilidade: preservação da biodiversidade, conservação da biodiversidade e restauração ambiental.

No campo da Educação Científica, esse tipo de abordagem busca produzir dados objetivos que possam subsidiar práticas pedagógicas mais eficazes, encontrando padrões em situações sociais, a fim de promover, por exemplo, o ensino e aprendizagem das Ciências Naturais.

Contudo, Fischer, Boone e Neumann (2006) alertam que um dos principais desafios da pesquisa quantitativa é a dificuldade em classificar e mensurar adequadamente os diferentes tipos de cognição. Para enfrentar esse desafio, os autores propõem quatro critérios de confiabilidade de dados e resultados em pesquisas da área de Educação Científica: objetividade, confiabilidade, validade e significância.

O critério de objetividade refere-se à minimização ou eliminação de quaisquer influências externas na coleta e análise de dados, o que requer o uso de procedimentos padronizados, testes psicométricos adequados, análise estatística rigorosa e interpretações baseadas em evidências. Já a confiabilidade está relacionada à consistência dos resultados obtidos e à redução dos erros de mensuração, os quais podem ser de três tipos: (i) aleatórios, como flutuações de atenção dos participantes; (ii) operacionais, relacionados à coleta e transcrição dos dados; e (iii) sistemáticos, associados a enviesamentos como o desejo de dar respostas socialmente aceitáveis (Fischer; Boone; Neumann, 2006).

A confiabilidade pode ser verificada tanto por consulta a pares, considerando a concordância dos especialistas nas interpretações, quanto por cálculos estatísticos (Fischer; Boone; Neumann, 2006).

A validade, por sua vez, avalia se o instrumento de pesquisa mede, de fato, o que se propõe a medir. Essa verificação pode se dar por meio de quatro formas: validação de conteúdo (relação entre o instrumento e os objetivos); validação de constructo (coerência interna entre os itens); validação concorrente (comparação com

outros instrumentos já consolidados) e validação prognóstica (capacidade preditiva dos resultados) (Fischer; Boone; Neumann, 2006).

O critério de significância, por fim, diz respeito à robustez estatística, especialmente em contextos de grandes amostras, e depende da correta aplicação de técnicas de redução e tratamento dos dados para a confiabilidade dos resultados (Fischer; Boone; Neumann, 2006).

O instrumento de coleta de dados utilizado neste estudo consistiu em um questionário estruturado, baseado na Escala Likert, no qual os participantes indicaram seus graus de concordância em relação a assertivas sobre os três conceitos relacionados à Sustentabilidade mencionados anteriormente.

Assim, do ponto de vista metodológico, esta etapa da pesquisa se enquadra no delineamento de estudo correlacional, cuja finalidade, segundo Sampieri, Collado e Lucio (2013), é compreender o grau de associação entre duas ou mais variáveis dentro de um contexto específico, tal compreensão indica uma explicação parcial do fenômeno estudado, já que “o fato de se saber que dois conceitos ou variáveis estão relacionados contribui para que se tenha alguma informação explicativa” (p. 107). Portanto, embora não estabeleça relações causais, esse tipo de estudo contribui para identificar tendências explicativas e orientar reflexões sobre os fatores que influenciam as concepções dos estudantes.

Segundo Baptista e Campos (2007), o delineamento correlacional pode assumir duas formas principais: (i) quando se compara as mudanças de intensidade em diferentes variáveis e (ii) quando se verifica a alteração de intensidade em grupos em relação a uma variável definida. O instrumento aplicado nesta pesquisa permite a realização de ambos os tipos de análise, tornando possível identificar tanto correlações internas entre os conceitos avaliados quanto diferenças de percepção entre os diferentes grupos investigados.

Para maior detalhamento e profundidade, apresentaremos os procedimentos metodológicos quantitativos conforme a sequência abaixo:

1. Os participantes da pesquisa e suas instituições de ensino
 - I. A Universidade e seus licenciandos
 - II. A ETEC e seus estudantes
2. O instrumento diagnóstico

- I. Caracterização do instrumento
- II. Referencial teórico do instrumento
- III. A construção do instrumento e suas validações: semântica e estatística
- IV. Análise interpretativa dos dados

3. Aplicação do instrumento

4. Análise estatística dos dados

4.1.1 Os participantes da pesquisa e suas instituições de ensino

A amostra escolhida para a investigação foi composta por: (a) licenciandos em Ciências Biológicas de uma universidade estadual na cidade de Bauru - SP e (b) discentes do Ensino Médio de uma Escola Técnica Estadual (ETEC) da cidade de Bauru.

I. A universidade e seus licenciandos

Durante os anos de 2023 e 2024, a totalidade de licenciandos participantes da pesquisa foi de 82 discentes. Todos matriculados nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas (Integral e Noturno). Ambos os cursos são oferecidos pela instituição pública estadual alvo desta pesquisa, por meio de processo seletivo via vestibular, com oferta de 40 vagas anuais para cada modalidade.

A seguir, são apresentadas informações gerais sobre as estruturas curriculares de ambas as modalidades. A Licenciatura Integral conta com 260 créditos distribuídos em 3.915 horas/aula, enquanto a Licenciatura Noturna conta com 255 créditos distribuídos em um total de 3.825 horas/aula.

Quanto ao perfil do egresso, o curso estabelece que o Licenciado em Ciências Biológicas deve ser um profissional com autonomia intelectual, competência técnica e compromisso político-pedagógico com a melhoria da Educação Básica. Espera-se que compreenda a função social da escola e da docência, considerando os condicionantes históricos e sociais do trabalho educativo, e que seja capaz de articular os fundamentos da Biologia com os saberes das Ciências da Educação. Entre as competências desejadas, destacam-se a capacidade de organizar e realizar

atividades educacionais, atuar coletivamente no planejamento pedagógico, articular teoria e prática, e desenvolver uma postura investigativa e reflexiva, fundamentada no princípio ação–reflexão–ação.

Importa destacar que, no momento de aplicação dos instrumentos de pesquisa, a universidade passava por um processo de reestruturação curricular. A partir de 2023, o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas passou a ser ofertado exclusivamente na modalidade noturna, extinguindo-se progressivamente a modalidade integral e também a versão anterior da licenciatura noturna. Como consequência, esta pesquisa envolveu estudantes vinculados a três diferentes matrizes curriculares: Licenciatura Integral (em extinção); Licenciatura Noturna anterior a 2023 (em extinção) e Licenciatura Noturna vigente (a partir de 2023).

Embora os dados quantitativos coletados não tenham sido segmentados por estrutura curricular, o Capítulo 5 trará observações críticas sobre as implicações dessas mudanças para a formação docente e para o ensino dos conceitos biológicos abordados.

No que diz respeito ao presente capítulo, serão apresentadas, de forma geral, as disciplinas relacionadas diretamente aos conceitos de sustentabilidade, com ênfase em preservação da biodiversidade, conservação da biodiversidade e restauração ambiental (Quadro 1), os quais constituem o eixo temático central desta pesquisa.

Quadro 1 - Disciplinas da Licenciatura relacionadas aos conceitos de sustentabilidade investigados.

Licenciatura - Integral e Noturno (em extinção)	
Disciplina	Carga horária (em horas)
Ecologia de Campo	60
Bioética e Legislação	30
Ecologia de Ecossistemas	60
Ecologia de Populações	60
Ecologia de Comunidades	60
Educação Ambiental	30
Evolução	60

Licenciatura - Noturno (Vigente)	
Disciplina	Carga horária (em horas)
Educação Ambiental	30
Ecologia de Populações	60
Ecologia de Ecossistemas	45
Ecologia de Comunidades	45
Evolução	60

Fonte: elaboração própria.

Ou seja, com base na análise, o currículo vigente extinguiu as disciplinas de Ecologia de Campo e Bioética e Legislação.

Em seu Projeto Político Pedagógico, a universidade afirma que a proposta curricular vigente para o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas está alinhada às Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Ciências Biológicas, bem como às orientações para a formação de professores da Educação Básica em nível superior, conforme normativas federais e estaduais. O documento afirma que a formação contempla uma base sólida em conhecimentos biológicos e uma estrutura psico-sócio-pedagógica que busca assegurar a preparação para o exercício da docência nos diferentes níveis da Educação Básica.

II. A ETEC e seus estudantes

Durante o ano de 2024, 105 estudantes da ETEC participaram da pesquisa. Todos os participantes estavam cursando o Ensino Médio articulado à formação técnica. Dentre os variados cursos, dois deles foram investigados: Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Administração e Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, ambos ofertados em período integral, com matrizes curriculares específicas.

A instituição conta com uma infraestrutura composta por 13 salas de aula, 6 laboratórios de informática climatizados, sala de vídeo e palestras, laboratório de enfermagem, biblioteca e salas equipadas com recursos audiovisuais.

Em consonância com sua missão institucional, a ETEC participante da pesquisa busca “oferecer à sociedade um ensino público de qualidade, formando cidadãos críticos, com amplos conhecimentos humanísticos, científicos e

tecnológicos [...] e competência profissional de acordo com as necessidades do mercado e os anseios da comunidade”. A visão da instituição orienta-se pela busca de excelência tanto na formação acadêmica quanto na inserção profissional, sendo seus valores centrados na educação inclusiva, na gestão participativa e na promoção da educação integral, voltada ao desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais.

A estrutura curricular é desenvolvida com base em planos de curso elaborados pela Administração Central do Centro Paula Souza, com atualização periódica e organização conforme a BNCC, as Diretrizes Curriculares Nacionais e as normativas do Ministério da Educação e do Trabalho.

Anualmente, as matrizes curriculares dos cursos são atualizadas. Assim, no momento de aplicação da pesquisa, as matrizes curriculares ativas eram do ano de 2024. O Quadro 2 apresenta os componentes relacionados à Biologia e Ciências da Natureza e suas Tecnologias em ambos os cursos.

Quadro 2 - Disciplinas do Ensino Técnico relacionadas aos conceitos de sustentabilidade investigados.

Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Administração				
BNCC	Componente curricular	Carga horária da 1ª série	Carga horária da 2ª série	Carga horária da 3ª série
Formação Geral Básica	Biologia	80	80	-
Parte Diversificada	Estudos avançados em Ciências da Natureza e suas Tecnologias	40	40	120
Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Desenvolvimento de Sistemas				
BNCC	Componente curricular	Carga horária da 1ª série	Carga horária da 2ª série	Carga horária da 3ª série
Formação Geral Básica	Biologia	-	80	80
Parte Diversificada	Estudos avançados em Ciências da Natureza e suas Tecnologias	40	40	120

Fonte: elaboração própria.

Como pôde-se observar, as matrizes curriculares da ETEC são organizadas de forma trienal, isto é, definidas previamente para os três anos do Ensino Médio, a partir do ano de ingresso do estudante. Assim, os alunos que iniciaram seus estudos em 2022 seguem uma matriz que contempla a distribuição de disciplinas e cargas horárias para os anos de 2022, 2023 e 2024. Já aqueles que ingressaram em 2023 seguem uma matriz com vigência até 2025, e assim sucessivamente.

Diante disso, foi necessário analisar também as matrizes referentes aos anos de ingresso anteriores à aplicação da pesquisa (2022 e 2023), a fim de verificar possíveis alterações que pudessem impactar a oferta dos componentes curriculares relacionados à Biologia e à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Contudo, a análise documental demonstrou que não houve variação nas estruturas curriculares dessas áreas. Os componentes vinculados à Biologia mantiveram-se com a mesma nomenclatura, carga horária e organização ao longo dos anos considerados. Por esse motivo, optou-se por apresentar neste trabalho apenas a matriz curricular referente ao ano de 2024, por ser representativa da organização vigente para os diferentes grupos de estudantes participantes da pesquisa.

4.1.2 O instrumento diagnóstico

Com o objetivo de elaborar o instrumento diagnóstico voltado aos temas “Preservação da Biodiversidade”, “Conservação da Biodiversidade” e “Restauração Ambiental” utilizado nesta pesquisa, estabeleceu-se uma parceria entre o Grupo de Pesquisa em Ensino de Biologia (GPEB) da UNESP Bauru e o Laboratório de Epistemologia e Didática da Biologia (LEDiB), da FFCLRP-USP, campus Ribeirão Preto, resultando na criação da Rede de Diagnóstico de Epistemologia do Ambiente (RDA).

Assim, como já apresentado, inspirando-se no trabalho desenvolvido por Caldeira *et al.* (2016), intitulado “Proposta de instrumento diagnóstico para fornecer indicativos acerca da compreensão dos conhecimentos biológicos e suas inter-relações”, a RDA, da qual a pesquisadora faz parte, elaborou o instrumento de coleta de dados utilizado na pesquisa da presente Tese. O instrumento teve como foco identificar como estudantes compreendem os conceitos ambientais selecionados, visando abordar questões socioambientais, além de apresentar os obstáculos que

diferentes percepções, concepções e interpretações sobre os conceitos ambientais selecionados podem acarretar no âmbito da tomada de decisão cidadã.

I. Caracterização do instrumento

Segundo Gagliardi (1986), conceitos estruturantes são aqueles que, uma vez aprendidos pelos estudantes, possuem a capacidade de modificar significativamente o seu sistema cognitivo, promovendo uma reorganização nas redes conceituais que compõem sua estrutura de significação. Essa transformação ocorre porque o sistema cognitivo está em constante funcionamento e se organiza como uma rede dinâmica de interações entre conceitos. Assim, ao ser confrontado com um novo conceito, o estudante o interpreta com base nas experiências e conhecimentos prévios, podendo reconfigurar esse sistema à medida que os conceitos estruturantes provocam alterações profundas na forma como os significados são construídos e atribuídos, tornando possível, então, por exemplo, que o estudante atribua outros significados aos conceitos que já conhecia.

Nessa mesma direção, Garcia Cruz (1998, p. 325) define os conceitos estruturantes como aqueles “que vão transformar o sistema cognitivo dos alunos, de tal maneira, que permitem, de forma coerente, adquirir novos conhecimentos, por construção de novos significados, ou modificar os anteriores, por reconstrução de significados antigos.”

Assim, os conceitos de “Conservação da Biodiversidade”, “Preservação da Biodiversidade” e “Restauração Ambiental” foram compreendidos como estruturantes quando articulados à temática da “Sustentabilidade”. Tais conceitos funcionam como núcleos de significação que favorecem a construção de redes conceituais consistentes, onde os mais diferentes conceitos podem ser interconectados a outros conceitos, passíveis de serem mobilizados em diferentes contextos sociais, ambientais e escolares (Meglhioratti, 2009), possibilitando, portanto, uma aprendizagem efetiva, capaz de formar sujeitos críticos e reflexivos diante das questões ambientais contemporâneas.

O instrumento adotou a Escala Likert, modelo desenvolvido por Rensis Likert (1932) que permite mensurar o grau de concordância ou discordância dos respondentes em relação a um conjunto de afirmações previamente elaboradas. O escalonamento Likert proporciona, portanto, uma forma sistemática de quantificar as

percepções dos respondentes, transformando suas respostas em dados passíveis de análise estatística (Babbie, 2003).

Este caráter sistemático do escalonamento possibilita a construção de índices a partir de categorias de resposta padronizadas aplicadas a diversos itens. Cada item pode receber escores padronizados, por exemplo, de 0 a 4 ou de 1 a 5, considerando-se a direção do item: respostas como “concordo totalmente” recebem pontuações mais altas em itens positivos e, inversamente, pontuações mais baixas em itens negativos. O somatório ou a média desses escores permite obter um índice geral representativo da percepção do respondente acerca do construto avaliado (Babbie, 2003).

Esses escores não apenas subsidiam análises descritivas, mas também podem ser utilizados em outras análises quantitativas, permitindo selecionar os indicadores mais consistentes e representativos do construto estudado (Babbie, 2003). Dessa forma, a escala se mostra especialmente útil para investigações educacionais, como a presente pesquisa, ao fornecer um conjunto robusto de dados para análises quantitativas descritivas e inferenciais.

Assim, para cada assertiva elaborada pelo grupo RDA, as opções de resposta apresentadas aos estudantes foram: Concordo Totalmente (CT), Concordo Parcialmente (CP), Discordo Parcialmente (DP) e Discordo Totalmente (DT), às quais se atribuíram os valores de 4 a 1. A maior pontuação (4) foi associada à alternativa considerada conceitualmente mais adequada à luz dos objetivos da pesquisa e, de forma contrária, a menor pontuação (1), àquela alternativa conceitualmente mais distante do esperado pelo gabarito teórico previamente estabelecido.

Optou-se deliberadamente por omitir o ponto neutro da escala, a fim de minimizar a “tendência central” — inclinação comum entre os respondentes a escolherem opções intermediárias como forma de evasão ou indecisão (Silva *et al.*, 2012).

Além disso, houve atenção à extensão do instrumento, com o intuito de evitar fadiga para o estudante, a qual poderia comprometer a fidedignidade das respostas, sobretudo nas últimas questões. Assim, buscou-se um equilíbrio entre abrangência e objetividade, possibilitando a qualidade dos dados coletados sem comprometer o engajamento dos participantes.

Sendo assim, o instrumento de coleta de dados constituiu-se de um questionário composto por 21 assertivas (Quadro 3), cuja elaboração fundamentou-se nos conceitos estruturantes do pensamento biológico apresentados anteriormente.

Quadro 3 - Questionário de assertivas respondidas pelos participantes da pesquisa.

Nº	Assertiva	Gabarito (Resposta esperada)
1	Os termos “conservação da biodiversidade” e “preservação da biodiversidade” são sinônimos.	DT
2	A única forma de preservar um ambiente natural é impedindo a presença permanente de populações tradicionais.	DT
3	Para se alcançar a restauração ecológica é necessário retornar o ambiente degradado ao seu exato estado original.	DT
4	Toda ação, visando à conservação da biodiversidade, exclui a utilização sustentável do ambiente pelo ser humano.	DT
5	A preservação ambiental pressupõe a ausência de tomada de decisão por parte do ser humano.	DT
6	A conservação de um bioma independe de políticas públicas.	DT
7	A conservação da biodiversidade inclui práticas para a manutenção dos processos ecológicos.	CT
8	Para que a preservação da biodiversidade seja estabelecida, a região precisa estar desabitada pelos seres humanos.	CT
9	Ações voltadas para a preservação da biodiversidade possuem como objetivo a manutenção do ambiente natural sem extração de recursos por seres humanos.	CT
10	A etnoconservação e a conservação da biodiversidade são sinônimos.	DT
11	A conservação da diversidade biológica requer a manutenção da diversidade de ecossistemas, da diversidade de espécies e da diversidade genética.	CT
12	Os processos de conservação da biodiversidade independem das consequências das mudanças climáticas.	DT
13	Uma área com preservação da biodiversidade pode ser utilizada de modo sustentável.	DT
14	A conservação da biodiversidade só ocorre em territórios desabitados.	DT
15	É importante a realização prévia de um levantamento de espécies nativas à flora da região a qual se pretende restaurar.	CT
16	A deterioração do ambiente por mudanças de temperatura, umidade, salinidade e pH é irrelevante para a conservação da biodiversidade.	DT

Nº	Assertiva	Gabarito (Resposta esperada)
17	Ações para conservação da biodiversidade impedem os seres humanos de utilizarem diretamente os recursos naturais de uma região.	DT
18	Em discussões sobre conservação da biodiversidade é dispensável considerar a diversidade cultural.	DT
19	As populações tradicionais impossibilitam a conservação da biodiversidade.	DT
20	A preservação da biodiversidade visa à proteção de espécies, habitats, ecossistemas e processos ecológicos a longo prazo.	CT
21	A restauração ecológica de um ecossistema degradado inclui a restituição de processos ecológicos.	CT

Fonte: elaborado pelo grupo RDA.

II. Referencial teórico do instrumento

Conforme já detalhado, o instrumento apresentou assertivas sobre três conceitos relacionados à Sustentabilidade: “Preservação da Biodiversidade”, “Restauração Ambiental” e “Conservação da Biodiversidade”.

Durante o processo de elaboração das assertivas, diversas pesquisas foram realizadas, de modo que a diversidade de significados de cada um dos três conceitos fosse respeitada e reconhecida, considerando suas raízes etimológicas e histórico-político-sociais.

No Capítulo 1 |Sobre a relação Ser Humano & Meio Ambiente, todos os referenciais utilizados foram apresentados com profundidade. De forma geral, para as definições etimológicas, o dicionário Michaelis (em sua versão online) foi utilizado; para as definições normativas, consultou-se a Lei do SNUC (nº 9.985/ 2000) e, para as definições científicas dos termos, alguns trabalhos científico-acadêmicos foram utilizados como referência.

Para “Restauração”, apresentamos duas definições: conforme a *Society for Ecological Restoration* (SER, 2004); e Nery *et al.* (2013); para “Conservação”, cita-se Ganem e Drummond (2011) e, para “Preservação, utilizou-se as definições de Brito, Brito e Souza (2015) e de Sarkar (1999).

Todas as definições estão sistematizadas e apresentadas no Quadro 4, a seguir:

Quadro 4 - Definições relacionadas aos conceitos de “Restauração Ambiental”, “Conservação da Biodiversidade” e “Preservação da Biodiversidade”.

Restauração	
Dicionário/Etimológica (Michaelis, versão online)	- Reparo de coisa que se encontra danificada ou em mau estado; restauro. - Restabelecimento do vigor após período de estresse ou doença; restauro. - Retorno a um estado anterior na política, na economia etc., que fora abalado por um determinado período, seja pela recuperação da independência ou pelo reestabelecimento do poder de um regime.
Normativa (SNUC)	- Restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original.
Científica	- O objetivo é alcançar uma comunidade que se mantenha ao longo prazo, visando prioritariamente à conservação da biodiversidade (SER, 2004). - Processo assistido que visa recuperar aspectos da estrutura e funções ecológicas característicos do ecossistema alterado (SER, 2004). - Restaurar é promover a sustentabilidade dos processos ecológicos que garantem a automanutenção da biodiversidade (diversidade de espécies e variabilidade genética), definida a partir de um diagnóstico prévio baseado no contexto onde os processos populacionais ocorrem (a paisagem), para estabelecer um plano de ação (Nery et. al, 2013).
Conservação	
Dicionário/Etimológica (Michaelis, versão online)	- Administração planejada dos recursos naturais de um país, para impedir a exploração prejudicial, a destruição ou a negligência, possibilitando a preservação e renovação.
Normativa (SNUC)	- O manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral.
Científica	Conjunto de práticas destinadas à proteção da diversidade biológica. Visa à manutenção da diversidade genética, dos processos ecológicos e dos sistemas vitais essenciais, bem como o aproveitamento perene das espécies e dos ecossistemas. Inclui uma combinação de ações que vão da preservação absoluta das comunidades bióticas estáveis ao manejo de ecossistemas modificados pelos humanos (Ganem; Drummond, 2011).

Preservação	
Dicionário/Etimológica (Michaelis, versão online)	- Conservação ou manutenção do ambiente natural como ele se apresenta, sem mudança ou extração de recursos, proteção ambiental.
Normativa (SNUC)	- Conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais.
Científica	- Proteção integral de remanescentes de ambientes naturais (adaptado de Brito; Brito; Souza, 2015). - Manutenção de paisagens naturais atualmente desabitadas ou escassamente habitadas (Tradução livre de Sarkar, 1999).

Fonte: elaborado com base em Michaelis (online), Brasil (2000), SER (2024), Nery *et al.* (2013), Ganem e Drummond (2011), Brito; Brito e Souza (2015) e Sarkar (1999).

III. A construção do instrumento e suas validações: semântica e estatística

Conforme discutido anteriormente, a pesquisa quantitativa exige atenção rigorosa à qualidade dos dados obtidos, especialmente diante dos desafios de mensuração das dimensões cognitivas. Nesse sentido, retomamos os quatro critérios fundamentais de Fischer, Boone e Neumann (2006) para garantir a confiabilidade dos instrumentos e dos resultados: objetividade, confiabilidade, validade e significância.

A objetividade refere-se à necessidade de eliminar ou minimizar interferências externas, padronizando o processo de coleta e análise dos dados e interpretação. A confiabilidade diz respeito à consistência dos resultados, sendo comprometida por erros aleatórios, operacionais ou sistemáticos, e pode ser verificada por consulta a especialistas ou por meio de estatísticas. A validade avalia se o instrumento realmente mensura o que se propõe, podendo ser analisada sob diferentes formas, como a validação de conteúdo, de constructo, concorrente ou prognóstica. Por fim, a significância está relacionada à robustez dos resultados obtidos a partir da análise estatística em contextos com amostras maiores, exigindo procedimentos de tratamento e redução adequados para garantir sua confiabilidade (Fischer; Boone; Neumann, 2006).

Assim, todos os critérios de qualidade metodológica discutidos por Fischer, Boone e Neumann (2006) foram considerados durante a construção e aplicação do instrumento e análise de dados desta pesquisa. No que se refere à objetividade, buscou-se minimizar interferências externas que pudessem comprometer a

neutralidade dos dados por meio da padronização do processo de aplicação do questionário.

Para tanto, o instrumento foi disponibilizado em dois formatos — impresso e digital (via *Google Forms*) —, mantendo-se o mesmo conteúdo, sequência de questões e orientações em ambas as modalidades. A aplicação, explicada em maiores detalhes no próximo tópico, foi conduzida diretamente pela pesquisadora, apresentando brevemente os objetivos da pesquisa e convidando os estudantes, de forma voluntária, a responderem às assertivas, o que garantiu uniformidade no contato com os participantes e reduziu possíveis vieses relacionados à mediação externa ou a interpretações equivocadas.

Em relação à confiabilidade, para assegurar a consistência dos dados coletados, o questionário passou por uma fase piloto, na qual a análise estatística envolveu o cálculo do índice alfa de Cronbach (ou coeficiente α), o índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de esfericidade de Bartlett. A análise da consistência interna do instrumento, conforme destacam Kovalski e Pilatti (2010), refere-se à correlação dos itens pertencentes a um mesmo constructo entre si e com o escore total, permitindo verificar se os itens realmente expressam a dimensão teórica a que estão associados.

De acordo com Hora, Monteiro e Arica (2010), quanto maior a precisão na mensuração, maior a confiabilidade do instrumento utilizado, e, nesse sentido, o alfa de Cronbach permanece como uma das medidas mais utilizadas na avaliação da confiabilidade interna de questionários. Criado por Lee J. Cronbach em 1951, esse coeficiente é amplamente adotado no meio acadêmico, sendo considerado um índice padrão para verificar a coerência interna de uma escala, especialmente quando todos os itens compartilham a mesma escala de resposta. O cálculo do alfa baseia-se na variância dos itens individuais e na variância da soma total, produzindo um valor entre 0 e 1, sendo que, em estudos com populações humanas, valores acima de 0,7 são considerados satisfatórios, enquanto valores a partir de 0,6 podem ser aceitos com precauções interpretativas (Maroco; Garcia-Marques, 2006; Hora; Monteiro; Arica, 2010).

Em síntese, a análise realizada nesta pesquisa utilizou, portanto, o coeficiente α , que indica o grau de correlação entre os itens e sua aderência à estrutura teórica do instrumento. Conforme orientam os parâmetros metodológicos, considerou-se

como satisfatório o valor igual ou superior a 0,7, visto que valores menores que esses indicam pouca correlação entre os itens e com a teoria-base do instrumento.

Conforme alertam Hora, Monteiro e Arica (2010), embora o alfa de Cronbach seja um índice amplamente aceito, sua interpretação deve considerar as características da medida e da população, de modo que a análise estatística não substitui o juízo do pesquisador quanto à pertinência de cada item. Assim, quando necessário, foram feitas adequações no instrumento, com adição, exclusão ou reformulação de assertivas que comprometiam a coerência interna do questionário, de modo a fortalecer sua confiabilidade.

No que diz respeito ao critério de validade, esta pesquisa adotou a validação de conteúdo como estratégia metodológica para assegurar que o instrumento efetivamente avaliasse os conceitos que se propunha a investigar — no caso, as compreensões dos estudantes sobre “Preservação da Biodiversidade”, “Restauração Ambiental” e “Conservação da Biodiversidade”. Essa validação consistiu na análise criteriosa da coerência semântica das assertivas e da adequação teórica das formulações utilizadas, a partir de uma revisão dos marcos conceituais e epistemológicos pertinentes à área. Para tanto, contou-se com a contribuição de especialistas da área de Educação em Ciências, que examinaram o conteúdo do questionário quanto à clareza, relevância e alinhamento com os objetivos da pesquisa.

Essa etapa do processo de validação do instrumento é fundamental para a construção de um instrumento de coleta de dados, já que “[...] é importante que a linguagem utilizada no instrumento fique próxima da linguagem dos respondentes, evitando, assim, a incompreensão das assertivas” (Silva *et al.*, 2012, p. 498). Assim, esse processo permitiu ajustar termos, reorganizar afirmações e eliminar ambiguidades, fortalecendo a consistência e a legitimidade do instrumento.

Por fim, o critério de significância foi contemplado na etapa de análise estatística dos dados em dois momentos da pesquisa: inicialmente, na construção e validação do instrumento, e posteriormente, na análise estatística dos dados obtidos na aplicação do piloto e pós-aplicação do instrumento nos públicos-alvo desta pesquisa.

Assim, para o primeiro momento, a consistência interna do instrumento foi verificada por meio do índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e do teste de esfericidade de Bartlett, conforme recomendam Pestana e Gageiro (2000). Esses procedimentos

avaliam a adequação dos dados para a análise fatorial exploratória, sendo que o índice KMO verifica se há correlações suficientes entre os itens (valores entre 0,5 e 1 são considerados aceitáveis), e o teste de Bartlett testa a hipótese nula de que a matriz de correlação seja uma matriz identidade. Para que se considere a significância estatística do teste, o valor de p deve ser inferior a 0,05.

Para o segundo momento, é importante relatar que a pesquisa contou com diversos participantes, desde o momento de aplicação do piloto até o momento de aplicação do instrumento nos públicos-alvo dos pesquisadores da RDA, o que exigiu o emprego de procedimentos de organização dos dados que assegurassem a confiabilidade dos resultados inferenciais.

O tratamento quantitativo aplicado foi baseado na Análise de Componentes Principais (ACP), uma técnica estatística de análise multivariada que transforma um conjunto original de variáveis, inicialmente correlacionadas entre si, num conjunto substancialmente menor de variáveis não correlacionadas que contém a maior parte da informação do conjunto original. Ou seja, é uma técnica que reduz a massa de dados, com menor perda possível de informações (Hongyu *et al.*, 2016), o que possibilitou identificar padrões de respostas, correlações relevantes entre os itens e tendências cognitivas nos diferentes grupos analisados, conferindo densidade interpretativa aos resultados obtidos.

Entendendo, então, os procedimentos metodológicos para a validação do instrumento e suas adequações aos critérios de confiabilidade, apresenta-se o **processo de construção do instrumento**.

O instrumento foi elaborado de forma colaborativa pelos pesquisadores vinculados à Rede de Diagnóstico de Epistemologia do Ambiente (RDA) por meio de um processo gradual e sistemático, que articulou momentos de estudo teórico-metodológico e reuniões periódicas que contemplaram as etapas de construção, revisão e validação do instrumento.

A primeira etapa envolveu um estudo aprofundado de fontes acadêmicas, normativas e etimológicas, visando à delimitação conceitual dos eixos temáticos centrais da pesquisa: “Preservação da Biodiversidade”, “Restauração Ambiental” e “Conservação da Biodiversidade”. Esse momento foi fundamental para a identificação dos conceitos estruturantes que orientariam a elaboração das assertivas, com base em referenciais como Gagliardi (1986) e Garcia-Cruz (1998).

Na segunda etapa, foram realizadas reuniões entre os pesquisadores da RDA para a proposição e discussão das assertivas. Buscou-se assegurar clareza e objetividade às sentenças, observando recomendações metodológicas como as descritas por Newing (2011): cada assertiva deveria constituir uma frase curta e afirmativa, abordar apenas um conceito por vez, evitar o uso de expressões negativas, eliminar termos pouco conhecidos, ambíguos ou excessivamente genéricos e, por fim, empregar vocabulário adequado ao público-alvo.

Esse processo coletivo inicial compreendeu a elaboração de 60 assertivas, que passaram por sucessivas revisões internas do grupo RDA, com realização de análises conceituais, ortográficas, sintáticas e semânticas. Ao final dessa fase, foi definido um conjunto inicial com 35 assertivas, que seriam posteriormente avaliadas quanto à sua validade como instrumento e escala avaliativa para os objetivos da pesquisa.

Para a validação semântica, recorreu-se à avaliação de juízes especialistas com experiência nas áreas temáticas e no público-alvo da pesquisa. Participaram da revisão dois especialistas em Educação Ambiental e um gestor vinculado a um órgão de proteção ambiental.

Cada juiz analisou individualmente as assertivas, registrando comentários e pareceres quanto a diferentes dimensões avaliativas como clareza da linguagem, objetividade e relevância teórica das assertivas, pertinência em relação aos objetivos da pesquisa, adequação das respostas indicadas como gabarito, entre outros.

Com base nos pareceres emitidos com as sugestões e observações fornecidas pelos juízes, o conjunto de assertivas passou por uma rodada de revisão pelo grupo RDA, resultando na exclusão de algumas sentenças e na reformulação de outras, de modo a aprimorar sua adequação semântica e sua relevância para o instrumento.

Um exemplo relevante ocorreu com a divergência na interpretação dos juízes sobre o termo “emergencial” na seguinte assertiva: “A preservação da biodiversidade é um processo que desobriga a proteção emergencial de um habitat natural”. Os avaliadores apresentaram interpretações distintas: enquanto um questionou a clareza e o sentido do termo no contexto, outro ressaltou que, de forma alguma, a preservação poderia ser descrita como um processo que “desobriga a proteção”, e o terceiro trouxe uma leitura mais ampla, relacionando a necessidade de proteção imediata a eventos estocásticos que ameaçam habitats naturais:

Juiz 1: Qual o significado de “emergencial” aqui? Urgente ou resultante da interação de vários processos, distinto da soma desses processos?

Juiz 2: A preservação não é um processo, mas um conjunto de ações. De qualquer forma, de maneira alguma desobriga a proteção. Acho que falta clareza no texto. Não entendi o “emergencial”.

Juiz 3: Diante de eventos estocásticos, há ou houve uma vertente de pensamento que assumiria a não necessidade de proteção frente a tais eventos, portanto, desobrigando intervenções que poderiam desviar o habitat de sua “evolução natural”. Pelo contrário, eu entendo que enfrentamos hoje a necessidade de proteger emergencialmente muitos habitats naturais.

Essa pluralidade de entendimentos evidenciou a divergência em relação ao significado do termo “emergencial” na assertiva. Dessa forma, a mesma foi excluída do conjunto de assertivas.

Como exemplos de assertivas que tiveram ajustes em sua formulação após a análise dos pareceres dos juízes, citam-se dois casos:

A frase inicial “A preservação da biodiversidade é definida como a manutenção do ambiente natural sem extração de recursos” foi reformulada para “Ações voltadas para a preservação da biodiversidade possuem como objetivo a manutenção do ambiente natural sem extração de recursos por seres humanos”. Essa alteração buscou explicitar a dimensão prática das ações preservacionistas, ao mesmo tempo em que tornou o sujeito das ações, os seres humanos, mais evidente.

A assertiva inicial “A conservação da biodiversidade é um processo que impede os seres humanos de utilizarem os recursos naturais de uma região” foi ajustada para “Ações para conservação da biodiversidade impedem os seres humanos de utilizarem diretamente os recursos naturais de uma região”. Nessa modificação, além de maior objetividade, buscou-se enfatizar a ação concreta de conservação, destacando a distinção entre o impedimento do uso direto e indireto do ambiente.

Esses aprimoramentos foram fundamentais para a construção de um instrumento mais claro, preciso e alinhado aos objetivos conceituais da pesquisa, possibilitando a definição do conjunto de 25 assertivas selecionadas para compor a versão preliminar do instrumento, que foi então submetido à fase de aplicação-piloto.

Para tanto, dando continuidade ao processo de validação do instrumento, agora relacionado à validação estatística, com o objetivo de avaliar a fidedignidade do instrumento por meio da consistência interna, foi adotado o critério de confiabilidade proposto por Fischer, Boone e Neumann (2006). Para isso, foram realizados testes-piloto. A cada aplicação, os resultados estatísticos eram analisados,

permitindo a reavaliação de cada assertiva quanto à sua permanência ou necessidade de reformulação.

Na quarta aplicação-piloto, obteve-se um índice de confiabilidade superior ao mínimo recomendado pelo coeficiente alfa de Cronbach ($\alpha \geq 0,7$), sendo registrado o valor de $\alpha = 0,783$. Essa análise foi realizada no programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS®), versão 25. A amostra dessa aplicação foi composta por 32 estudantes da Educação Básica, com perfil semelhante ao público-alvo definido na pesquisa de um dos integrantes do grupo RDA. A partir dessa validação, foi consolidada a versão final do instrumento, contendo 21 assertivas, apresentadas anteriormente, no Quadro 3.

Para dar continuidade ao processo de validação estatística, também foram realizados os testes de KMO e de esfericidade de Bartlett, os quais avaliam a adequação das correlações entre as variáveis e integram o critério de significância estatística proposto por Fischer, Boone e Neumann (2006). Ambas as análises foram conduzidas no programa SPSS®, versão 25, por meio da matriz de correlação da análise fatorial. Os resultados satisfatórios obtidos em ambos os testes (Figura 3) confirmaram a adequação do instrumento para a continuidade do processo de validação por meio da análise fatorial.

Figura 3 - Testes de KMO e Bartlett.

Teste de KMO e Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,785
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	648,648
	gl	210
	Sig.	,000

Fonte: Dados do grupo RDA, extraído do programa estatístico SPSS®.

Com a consolidação das 21 assertivas, considerou-se o instrumento diagnóstico devidamente validado, finalizado e, portanto, pronto para aplicação. Sua estrutura final permitiu a replicabilidade e a adaptação a diferentes públicos-alvo da pesquisa, assegurando sua escalabilidade e abrangência.

Além disso, os dados obtidos na etapa piloto possibilitaram o aprofundamento da análise por meio da aplicação da Análise de Componentes Principais (ACP) — procedimento detalhado no item subsequente —, que orientou uma leitura

interpretativa dos resultados a partir da identificação de padrões e estruturas latentes nos dados coletados.

É importante destacar, entretanto, que a atuação desta pesquisadora na construção e validação do instrumento diagnóstico concentrou-se nas etapas anteriormente descritas: construção conceitual, elaboração das assertivas, validação semântica e testes de confiabilidade. A partir do momento em que o instrumento foi submetido à análise fatorial, a condução analítico-interpretativa e a sistematização dos dados do piloto passaram a ser realizadas por outros pesquisadores do grupo. Por essa razão, as etapas subsequentes serão aqui apresentadas com base nos registros e documentos compartilhados no âmbito da RDA.

IV. Análise interpretativa dos dados

Para a análise interpretativa dos dados, a Análise de Componentes Principais (ACP) se destacou como uma opção apropriada, visto que é uma técnica estatística que permite a redução dimensional de variáveis correlacionadas, organizando-as em componentes principais com base em suas correlações mais expressivas (Lebart; Morineau; Fénelon, 1977).

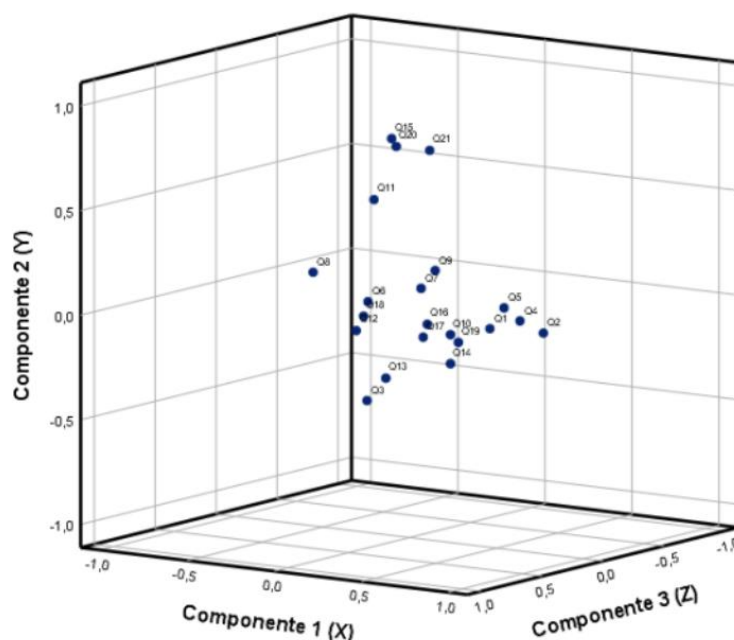
Os autores Maroco e Garcia-Marques (2006) ilustram de forma didática o princípio da redução dimensional operada pela ACP. Eles recorrem à seguinte metáfora: ao tentar obter uma medida confiável do tamanho do pé de uma pessoa, poderíamos medir suas meias, seus tênis ou suas pantufas. Embora cada uma dessas medições corresponda a um objeto distinto, todas apresentam um alto grau de correlação entre si e, em conjunto, permitem estimar com boa precisão o tamanho do pé. Da mesma forma, a ACP identifica dimensões subjacentes — os componentes principais — capazes de sintetizar a informação contida em um conjunto maior de variáveis correlacionadas, sem perder sua essência conceitual.

Hongyu, Sandanielo e Oliveira Júnior (2015) esclarecem que a ACP pode ser empregada tanto para a construção de índices quanto para o agrupamento de indivíduos. Trata-se de uma técnica estatística que organiza os sujeitos conforme a variação conjunta de suas características, ou seja, segundo seu comportamento dentro de uma população. Dessa forma, a ACP permite, por exemplo, identificar agrupamentos de indivíduos que compartilham semelhanças estruturais no modo como respondem a determinados construtos avaliados, revelando padrões latentes dentro do conjunto estudado.

Assim, o objetivo dessa etapa foi verificar se as assertivas se agrupavam em dimensões latentes coerentes com a fundamentação teórica e com os três construtos ambientais mobilizados no instrumento (Conservação da Biodiversidade, Preservação da Biodiversidade e Restauração Ambiental).

Com a utilização do software SPSS®, versão 25, a partir da redução de dimensão por fator, foram identificados três componentes principais, representados na Figura 4.

Figura 4 - Gráfico dos componentes principais do conjunto de assertivas.



Fonte: Reinaldo *et al.* (2024).

Este gráfico tridimensional mostra a distribuição das assertivas em um espaço rotacionado, no qual cada eixo (x, y, z) representa um dos três componentes extraídos. As assertivas mais próximas entre si indicam comportamento semelhante nas respostas, sugerindo que abordam dimensões conceituais semelhantes. Assim, organizou-se os seguintes conjuntos de assertivas relacionadas à maior representatividade em cada componente:

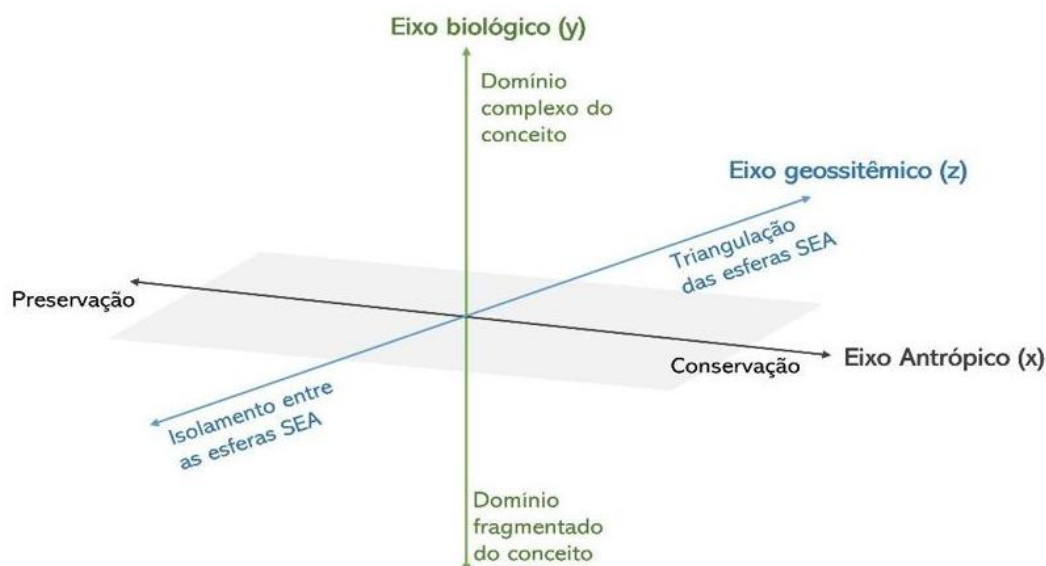
- Componente 1 (eixo x) → assertivas: 1, 2, 4, 5, 8, 10, 14, 17, 19
- Componente 2 (eixo y) → assertivas: 11, 13, 15, 20, 21
- Componente 3 (eixo z) → assertivas: 3, 6, 9, 12, 16, 18

A partir dessa análise estatística, os pesquisadores agruparam as assertivas conforme sua maior correlação com cada um dos três componentes identificados. Em seguida, realizaram uma interpretação conceitual e epistemológica desses agrupamentos.

Tal análise foi baseada em Balvanera *et al.* (2022) quando explicam as dimensões da tipologia de conceitos envolvendo questões ambientais. Os autores apontam as dimensões (i) indicadora, (ii) valores específicos, (iii) valores amplos, e o alvo da análise desta pesquisa, (iv) visões de mundo - a qual considera eixos que respondam a perguntas semelhantes a “como nosso entendimento de mundo influencia a forma como articulamos os valores atribuídos à natureza?”, com eixos orientadores como visões humano-centradas, visões natureza-centradas e visões relacionalmente-centradas (Reinaldo *et al.*, 2024).

A interpretação dos dados culminou, então, na elaboração da Figura 5, que sintetiza o mapeamento epistemológico dos três componentes estatísticos, em que os eixos passam a representar as racionalidades ambientais e educativas que estruturam o entendimento dos sujeitos sobre os conceitos avaliados.

Figura 5 - Eixos orientadores obtidos a partir dos componentes principais.



Fonte: Reinaldo *et al.* (2024).

O eixo Antrópico (x), centrado na relação entre o ser humano e o meio ambiente, expressa diferentes visões de mundo quanto à presença e ao papel da humanidade nas ações de proteção ambiental: em uma extremidade, uma visão que não identifica a possibilidade de manejo humano e/ou presença humana em ações

de proteção ambiental, alinhando-se a concepções mais próximas ao preservacionismo e à ideia de uma natureza intocada; e na outra extremidade, uma visão que identifica possibilidades de coexistência humana em ações voltadas à proteção ambiental, relacionando-se a visões de mundo e a tomadas de decisões que se assemelham mais ao conceito de conservação, uma vez que integra à complexidade ambiental a esfera social e econômica.

O eixo Biológico (y), por sua vez, é centrado nos processos ecológicos e ecossistêmicos que moldam a natureza como a percebemos. Este eixo permite avaliar a percepção da amostra quanto à complexidade conceitual da conservação da biodiversidade em temáticas relativas à tomada de decisão voltadas à proteção da biodiversidade e à diversidade biológica, por exemplo. Seus extremos representam concepções mais simplificadas e mais complexas desses conceitos, evidenciando diferentes níveis de apropriação teórica e epistemológica pelos participantes da pesquisa.

Já o eixo Geossistêmico (z) articula espaço geográfico, ações político-sociais e gestão ambiental. As assertivas correspondentes a este eixo mobilizam visões de mundo que conectam o impacto do espaço biogeográfico nas políticas públicas e vice-versa, trazendo em seus extremos visões que associam as esferas Social, Econômica e Ambiental (esferas SEA) e visões que tratam individualmente cada uma destas esferas, sem interconexões. Trata, portanto, sobre temas afins à tomada de decisão e, quando comparada às respostas obtidas por outras assertivas, pode indicar a distância teórica da resposta ao conceito de conservação ambiental adotado na fundamentação teórica.

4.1.3 Aplicação do instrumento

O instrumento diagnóstico, validado e consolidado com 21 assertivas, foi aplicado junto aos públicos-alvo definidos nesta pesquisa. Anteriormente ao início da coleta de dados, é importante ressaltar que o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da UNESP Bauru, junto à Faculdade de Ciências, conforme as resoluções vigentes do Conselho Nacional de Saúde (CNS), a saber: 466/12 e 510/16; recebendo o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº 64394222.7.0000.5398, parecer nº 5.738.300, em 20 de outubro de 2022.

Dessa forma, a pesquisadora buscou aprovação junto à Secretaria Municipal de Educação do município de Bauru/SP, apresentando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que documenta de forma clara os objetivos, os procedimentos, os riscos e os benefícios da pesquisa. Após a aprovação junto ao órgão municipal, a pesquisa foi apresentada aos gestores da ETEC e à coordenação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas analisado por esta pesquisa, obtendo também a anuência institucional necessária.

Em seguida, foram encaminhados aos participantes e seus responsáveis os termos de ciência e autorização. Os estudantes do Ensino Médio receberam o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), enquanto seus responsáveis legais receberam o TCLE correspondente. Para os licenciandos, maiores de idade, bastou a assinatura do próprio TCLE.

Todos os envolvidos foram devidamente informados sobre o caráter voluntário e anônimo da participação, com a garantia de que poderiam desistir a qualquer momento, sem prejuízo ao vínculo escolar ou às atividades acadêmicas.

Durante a aplicação, em horário escolar, a pesquisadora esteve presente nas salas de aula, apresentando os objetivos gerais do estudo e esclarecendo dúvidas quanto ao preenchimento do questionário.

Como aconselha Babbie (2003, p. 108), “o método para reproduzir os questionários é importante para o sucesso da pesquisa [...]”. Assim, o instrumento foi disponibilizado em duas modalidades padronizadas — impresso ou on-line (por meio da plataforma Google Forms) —, a depender da organização e das condições logísticas de cada turma. Independentemente do formato, todos os respondentes receberam as mesmas instruções e condições para participação, assegurando a padronização necessária ao rigor metodológico.

4.1.4 Análise estatística dos dados

Além da aplicação da Análise de Componentes Principais (ACP) pelo grupo RDA, esta pesquisa realizou outras análises estatísticas para subsidiar a interpretação dos dados obtidos com o instrumento diagnóstico pós-aplicação na ETEC e Licenciatura em Ciências Biológicas.

Assim, foram utilizadas estatística descritiva e estatística inferencial, apoiadas pelo uso de softwares especializados — especificamente o *Statistical Package for the*

Social Sciences (SPSS®, versão 25) e o Jamovi® (versão 2.3.28). Os mesmos procedimentos foram aplicados para ambos os públicos-alvo — estudantes do Ensino Médio e licenciandos em Ciências Biológicas.

Inicialmente, procedeu-se à estatística descritiva, técnica que, conforme explica Babbie (2003), possibilita a apresentação de dados quantitativos de forma manejável, permitindo a descrição de variáveis isoladas ou de suas associações por meio de procedimentos de redução de dados e medidas de associação. O autor apresenta que a técnica de redução de dados facilita a gestão dos dados obtidos em pesquisas quantitativas e cita algumas das formas utilizadas para realizar tal procedimento, como a elaboração de matrizes, categorias e códigos, medidas de tendência como moda, mediana e média, além de medidas de dispersão, como desvio-padrão e amplitude interquartil (AIQ).

Para verificar a suposição de normalidade dos dados, foi aplicado o teste de Shapiro–Wilk (Shapiro; Wilk, 1965), um teste estatístico que avalia se a distribuição dos dados se ajusta a uma distribuição normal. A hipótese nula considera que os dados apresentam normalidade, sendo a rejeição desta hipótese indicada por um valor de p inferior ao nível de significância adotado ($p < 0,05$) (Tafla *et al.*, 2022).

Foram aplicadas técnicas de estatística inferencial, cujo objetivo, conforme explicitam Sampieri, Collado, Lucio (2013), vai além da descrição das variáveis, buscando testar hipóteses e generalizar os resultados da amostra para a população ou universo. Nessa perspectiva, os resultados estatísticos obtidos a partir de uma amostra, denominados estadígrafos (ou estimadores), são utilizados para inferir valores populacionais, denominados parâmetros. “Estes não podem ser calculados, porque os dados não são coletados de toda a população, mas podem ser inferidos dos estadígrafos, por isso o nome de estatística inferencial” (p. 320).

Cabe destacar que as análises inferenciais foram conduzidas tanto de maneira univariada quanto multivariada. Nas inferências univariadas, utilizou-se as mesmas medidas de resumo da estatística descritiva para formular conclusões mais amplas sobre a população, levando em conta o erro amostral. Já as inferências multivariadas foram operacionalizadas por meio de testes de significância, em especial o teste de correlação de Spearman, tendo em vista que a amostra não seguiu uma distribuição normal (Sampieri; Collado; Lucio, 2013).

Com base nessas técnicas estatísticas, foram produzidos quadros de estatística descritiva, tabulações cruzadas e matrizes correlacionais, de modo a apresentar de forma sistemática e organizada os dados obtidos ao longo da pesquisa.

Para a execução dessas etapas, o software Jamovi® foi empregado no cálculo das medidas de estatística descritiva e na elaboração das matrizes de correlação, enquanto o SPSS® foi utilizado na análise por tabulações cruzadas.

Dessa forma, os dados coletados foram tratados por meio de diferentes técnicas estatísticas, permitindo análises consistentes que subsidiaram as interpretações dos dados, apresentadas no Capítulo 5.

4.2 Abordagem qualitativa

Conforme Babbie (2003) apresenta, a pesquisa qualitativa configura-se como um campo transdisciplinar que mobiliza referenciais das ciências humanas e sociais, articulando diferentes tradições e multiparadigmas de análise, investigando fenômenos situados em seus contextos específicos, buscando compreender não apenas o que ocorre, mas também os significados que os sujeitos atribuem a esses acontecimentos.

De caráter descritivo, a pesquisa qualitativa tem como principais fontes de dados palavras, obtidas por transcrições diretas ou indiretas; anotações de observação de campo; registros; documentos oficiais ou fontes secundárias; podendo ainda ser fontes de dados: imagens, fotografias e vídeos que auxiliem na compreensão do objeto de estudo (Bogdan; Biklen, 1994).

Nesse sentido, Chizzotti (2003, p. 221) expõe que:

O termo qualitativo implica uma partilha densa com pessoas, fatos e locais que constituem objetos de pesquisa, para extrair desse convívio os significados visíveis e latentes que somente são perceptíveis a uma atenção sensível. Após este tirocínio, o autor interpreta e traduz em um texto, zelosamente escrito, com perspicácia e competência científicas, os significados patentes ou ocultos do seu objeto de pesquisa.

Entretanto, a abordagem qualitativa requer atenção teórico-metodológica, uma vez que a ausência de critérios claros pode levar a interpretações demasiadamente subjetivas ou generalizantes, comprometendo a confiabilidade dos resultados. Portanto, a escolha de modelos teórico-metodológicos adequados e bem fundamentados é essencial para assegurar a validade e a consistência do processo investigativo (Flick, 2013).

Para esta abordagem, adotou-se, então, uma metodologia qualitativa nos moldes descritos por Patton (2002). O autor apresenta doze princípios que, em conjunto, constituem uma estratégia coerente para a prática da pesquisa qualitativa. Esses princípios estão agrupados em três seções: estratégias de design (*design strategies*), estratégias de coleta de dados e de trabalho de campo (*data collection and fieldwork strategies*) e estratégias de análise (*analysis strategies*).

Neste trabalho, destacam-se três princípios que orientaram o percurso metodológico: como estratégia de design, utilizou-se do princípio de amostragem intencional (*purposeful sampling*); como estratégia de coleta de dados e de trabalho em campo, a triangulação (*using multiple data sources, methods, and perspectives - triangulation*) e como estratégia de análise, a análise indutiva com síntese criativa (*inductive analysis and creative synthesis*).

Cada um dos princípios utilizados será apresentado de acordo com as etapas seguidas na metodologia qualitativa desta pesquisa:

1. Coleta de dados

- I. Levantamento de documentos

- II. Entrevistas semiestruturadas

2. Análise de dados

4.2.1 Coleta de dados

Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados: a) análise documental crítica de ementas disciplinares do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e do currículo da disciplina de Biologia da ETEC; e b) entrevistas semiestruturadas realizadas com um professor do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e dois professores da ETEC.

Conforme orienta Patton (2002), um dos princípios fundamentais da pesquisa qualitativa consiste na utilização de múltiplas fontes de dados, métodos e perspectivas, prática conhecida como triangulação. O princípio parte do pressuposto de que um fenômeno complexo não pode ser plenamente compreendido a partir de um único ponto de vista ou de um método isolado de coleta de dados. Assim, ao cruzar dados oriundos de diferentes instrumentos e contextos, amplia-se a riqueza interpretativa da investigação e reduz-se a possibilidade de vieses individuais.

Para Patton (2002), essa abordagem não se limita a validar os achados por mera repetição de resultados, mas visa enriquecer e consolidar a análise, garantindo maior credibilidade e robustez às conclusões apresentadas.

No presente estudo, a triangulação foi aplicada ao integrar os dados quantitativos previamente obtidos aos dados qualitativos provenientes dos instrumentos citados. A análise documental crítica das ementas e do currículo possibilitou compreender as concepções formais, os objetivos e as expectativas institucionais em torno dos conteúdos de Biologia, especificamente ao que diz respeito à Sustentabilidade e à Proteção Ambiental. As entrevistas semiestruturadas, por sua vez, revelaram as percepções, experiências e interpretações dos docentes envolvidos, fornecendo nuances contextuais e elementos de reflexão sobre como tais conteúdos são efetivamente trabalhados em sala de aula.

No que se refere à amostragem intencional, Patton (2002) explica que, em pesquisas qualitativas, selecionam-se deliberadamente casos considerados ricos em informações: indivíduos, grupos ou contextos capazes de oferecer dados densos e significativos sobre o fenômeno estudado. Nesta pesquisa, a escolha da ETEC e do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, bem como a seleção dos docentes entrevistados, seguiu essa lógica: buscou-se compreender, em profundidade, os contextos e agentes diretamente envolvidos no processo de ensino-aprendizagem de Biologia, com o intuito de investigar os impactos práticos dos conceitos relacionados à Proteção Ambiental.

Assim, o professor do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, a partir daqui entendido como PU (Professor da Universidade), foi convidado à pesquisa por ser o responsável por ministrar todas as disciplinas relacionadas à Ecologia do curso: Campo, Ecossistemas, Populações e Comunidades. Os professores de Biologia da ETEC, PE1 e PE2 (Professor da ETEC 1 e 2, respectivamente), foram convidados à pesquisa por serem os responsáveis pela totalidade das aulas de Biologia ministradas às turmas de estudantes participantes da etapa quantitativa da pesquisa.

I. Levantamento de documentos

A análise documental é entendida como um procedimento sistemático de identificação, seleção, verificação e interpretação de registros, realizado com um objetivo previamente definido e fundamentado teoricamente. Para Moreira (2005), tal análise não se restringe à simples leitura ou descrição do conteúdo, mas implica a

contextualização das informações, buscando compreender como esses registros se inserem no fenômeno estudado, suas intencionalidades e implicações. O autor enfatiza que os documentos analisados devem ser interpretados à luz de seu contexto de produção e de circulação, o que permite ao pesquisador captar não apenas o conteúdo explícito, mas também os valores, pressupostos e significados subjacentes a eles.

Os documentos passíveis de análise podem ser de natureza diversa. Assim, são variados e podem incluir desde materiais escritos, publicações e notificações oficiais até cartas, registros pessoais, fotografias e respostas de questionários públicos (Patton, 2002). Patton ressalta que a análise prévia desses materiais pode oferecer subsídios relevantes para o desenvolvimento do estudo, orientando, por exemplo, a elaboração de roteiros de entrevista ou questionários, tornando-os robustos, mais consistentes e alinhados aos objetivos da pesquisa.

No contexto deste trabalho, os documentos analisados consistiram principalmente nas ementas disciplinares do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e no currículo da disciplina de Biologia da ETEC investigada. Esses materiais foram solicitados formalmente às respectivas Instituições de ensino, que os compartilharam de maneira voluntária.

A análise desses registros possibilitou compreender as diretrizes formais que orientam o ensino de Biologia nos dois contextos estudados, bem como identificar aproximações, divergências e lacunas entre o prescrito nos documentos e as práticas docentes relatadas nas entrevistas.

II. Entrevistas semiestruturadas

A entrevista semiestruturada, conforme discutida por Patton (2002), acontece quando o pesquisador, diante de uma temática norteadora, e tendo a narrativa como referência principal, realiza outras indagações, acompanhando a lógica das narrativas na busca da compreensão dos aspectos relevantes que emergem espontaneamente durante a conversa.

Dessa maneira, quando um investigador qualitativo realiza, conscientemente, perguntas complementares para melhor explicação sobre determinados temas, é com o intuito de buscar, no sentido das narrativas, relações com o objetivo central da investigação, visando melhor adentrar na construção dos significados atribuídos à experiência de vida dos entrevistados (Patton, 2002).

Segundo Triviños (2008), a entrevista semiestruturada permite ao pesquisador tratar um conjunto básico de perguntas, obtendo uma riqueza interpretativa advinda das respostas abertas. Este processo é fundamental para alcançar maior profundidade na análise qualitativa, pois possibilita que os entrevistados expressem percepções, valores e vivências que não poderiam ser captados por perguntas fechadas ou rigidamente estruturadas.

Minayo (2014) acrescenta que a entrevista semiestruturada se ancora na perspectiva de que o entrevistado é sujeito ativo na produção do conhecimento, e não mero informante. O pesquisador, portanto, deve estar atento às nuances do discurso, às contradições, aos silêncios e às emoções que emergem no diálogo, construindo um espaço de confiança e escuta atenta para que os significados possam ser explicitados.

Bogdan e Biklen (1994) destacam que, nesse tipo de entrevista, o pesquisador busca, sobretudo, compreender os processos sociais, as interpretações individuais e os contextos de vida dos participantes. Para os autores, a flexibilidade da entrevista semiestruturada é essencial para que novas categorias de análise surjam a partir dos dados coletados, promovendo uma abordagem mais aberta e indutiva.

No contexto desta pesquisa, as entrevistas semiestruturadas conduzidas com PU, PE1 e PE2 ocorreram em ambiente reservado e previamente acordado com cada participante, garantindo condições adequadas para a reflexão e o diálogo. Partiu-se de um roteiro estruturado com questões norteadoras, mas o diálogo foi conduzido de modo flexível, permitindo explorar pontos emergentes a partir das respostas.

Com relação à trajetória acadêmica e profissional de cada participante, algumas questões iniciais foram apresentadas:

- *“Como foi o seu percurso acadêmico e profissional até chegar à sua atuação atual nesta instituição?”*
- *“De que forma você percebe que suas formações inicial e continuada influenciam suas escolhas metodológicas em sala de aula?”*

Especificamente ao vínculo com a Instituição de ensino atual, as questões foram:

- *“Há quanto tempo você leciona nesta Instituição? Quais disciplinas já ministrou?”*

- *“Quais mudanças você percebeu no currículo ou nas diretrizes pedagógicas desde que iniciou sua atuação aqui?”*
- *“Quais são os principais desafios e potencialidades que você identifica ao ensinar Biologia nesse contexto específico?”*

Já para compreender a relação com o currículo e os conceitos de Sustentabilidade e Proteção Ambiental, questionou-se:

- *“Como você compreende a inserção dos temas ‘Preservação da Biodiversidade’, ‘Conservação da Biodiversidade’ e ‘Restauração Ambiental’ no currículo que você trabalha?”*
- *“Você percebe espaço para integrar esses conceitos de forma interdisciplinar e/ou contextualizada? Poderia comentar?”*

Por fim, seguiram-se algumas questões relativas à análise dos dados quantitativos obtidos com o instrumento diagnóstico, visto que as entrevistas semiestruturadas serviram, também, para provocar a reflexão dos docentes sobre a performance dos alunos.

Foram apresentadas, de forma ética e sem identificação de indivíduos, algumas tendências observadas nas respostas das assertivas, solicitando-se que os professores comentassem e relacionassem essas dificuldades a aspectos do currículo, da metodologia ou do perfil dos estudantes.

- *“Ao analisar os dados do questionário, observou-se que os estudantes apresentaram maior dificuldade em determinadas assertivas. Na sua opinião, a que fatores essas dificuldades podem estar relacionadas?”*
- *“Você percebe que essas dificuldades refletem algum aspecto do currículo, do perfil da turma ou mesmo de metodologias de ensino adotadas?”*
- *“Quais estratégias você considera mais eficazes para superar essas dificuldades conceituais?”*

Esse processo enriqueceu a interpretação dos dados, articulando a perspectiva estatística aos saberes experienciais dos docentes.

4.2.2 Análise de dados

A estratégia de análise de dados desta pesquisa pressupõe uma análise indutiva e uma síntese criativa. Para Patton (2002), esta estratégia não se pauta em pré-suposições, suposições primárias ou hipóteses previamente estabelecidas, mas sim em explicações e padrões emergentes, construídos a partir das observações realizadas.

De acordo com Patton (2002), a pesquisa qualitativa é orientada por meio de explicações, descobertas e lógicas indutivas. Ela requer imersão nos detalhes e especificidade dos dados para descobrir padrões importantes, temas e inter-relações, permitindo que tarefas e atividades aparentemente isoladas, sejam enquadradas em um conjunto, integrando esforços isolados para uma finalidade comum, a síntese criativa.

O processo inicia-se com a transcrição e documentação detalhada dos dados e a análise independente de todos os casos vivenciados, permitindo, em seguida, a identificação de temas e inter-relações entre eles. Patton (2002) enfatiza, então, a importância da criatividade humana no processo analítico. Essa habilidade permite ao pesquisador estabelecer novas conexões, explorar múltiplas possibilidades e desenvolver interpretações inovadoras, indo além de uma postura crítica restrita à busca de falhas ou lacunas. É a criatividade a habilidade capaz de gerar novas possibilidades, como relações inovadoras e insights, os quais uma mente crítica focada na “busca de inadequações e imperfeições” (p. 513), não seria capaz.

Para que a síntese criativa seja realizada, portanto, Patton (2002) indica alguns passos do pensamento criativo, como: seja aberto a múltiplas possibilidades; antes de focar em um só detalhe, explore as múltiplas direções e possibilidades; use múltiplos estímulos, como desenhos e improvisações; não seja linear, explore os determinados dados de frente, de trás, de cima, de baixo; entre outros.

Por fim, entende-se, de acordo com Patton (2002), que o fenômeno em estudo, de forma geral, é compreendido como um sistema complexo, sendo mais do que a soma de suas partes. Assim, os dados não podem ser reduzidos a algumas variáveis discretas e lineares, como relações de causa e efeito. O pesquisador tem que estar sempre aberto para adaptar a sua investigação à medida que as situações mudam.

CAPÍTULO 5

Resultados e Discussão

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os principais resultados obtidos ao longo da pesquisa, organizando-os de forma a responder aos objetivos propostos e a fornecer subsídios para as discussões consequentes. A documentação está estruturada de modo a contemplar, inicialmente, os dados referentes ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, seguidos daqueles provenientes do Ensino Médio Técnico da ETEC investigada.

Para cada público-alvo, este capítulo foi subdividido em dois subitens articulados entre si. O primeiro, “Traços de um panorama formativo”, apresenta predominantemente os resultados do questionário diagnóstico aplicado aos estudantes, com base em procedimentos estatísticos descritivos e inferenciais. O segundo, intitulado “Diálogos com a prática”, concentra-se na análise das entrevistas realizadas com docentes da ETEC e da universidade investigada, evidenciando suas percepções, experiências e práticas pedagógicas.

Embora cada subitem possua um enfoque específico, quantitativo ou qualitativo, ambos estão entrelaçados por uma perspectiva analítica que valoriza a triangulação metodológica, permitindo o diálogo entre diferentes fontes e o aprofundamento da compreensão sobre os processos formativos e curriculares analisados.

5.1 Público-alvo: estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas

I. Traços de um panorama formativo

Durante os anos de 2023 e 2024, participaram desta pesquisa 82 licenciandos, todos matriculados nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, nas modalidades Integral e Noturno, oferecidos pela instituição estadual investigada. Dentre esses participantes, 42 discentes foram acompanhados em 2023 e 40 discentes em 2024.

Para a totalidade dos dados, aplicou-se a análise descritiva, obtendo as medidas de tendência central e de dispersão para cada uma das assertivas, representadas por Q1 a Q21; além disso, foi aplicado o teste estatístico Shapiro–Wilk para avaliar a distribuição dos dados. Compreendeu-se que para todas as assertivas

os dados são não-simétricos, ou seja, não possuem distribuição normal ($p < 0.05$, sendo $p < .00001$). A Tabela 1 apresenta e sistematiza a análise descritiva¹⁵.

Tabela 1 - Análise descritiva dos dados obtidos a partir do público-alvo Licenciandos em Ciências Biológicas.

Estatística Descritiva

	N	Média	Intervalo de confiança a 95%		Mediana	Moda	Desvio-padrão	AIQ	Shapiro-Wilk	
			Lim. inferior	Superior					W	P
Q1	82	2.73	2.51	2.96	3.00	3.00	1.02	2.00	0.87	< .0001
Q2	82	3.54	3.37	3.70	4.00	4.00	0.76	1.00	0.64	< .0001
Q3	82	2.55	2.35	2.75	3.00	2.00	0.90	1.00	0.88	< .0001
Q4	82	3.12	2.91	3.34	3.00	4.00	0.97	1.00	0.80	< .0001
Q5	82	3.50	3.32	3.68	4.00	4.00	0.84	1.00	0.64	< .0001
Q6	82	3.88	3.78	3.97	4.00	4.00	0.43	0.00	0.31	< .0001
Q7	82	3.84	3.74	3.95	4.00	4.00	0.48	0.00	0.37	< .0001
Q8	82	2.12	1.93	2.31	2.00	2.00	0.87	2.00	0.86	< .0001
Q9	82	2.95	2.78	3.12	3.00	3.00	0.78	1.75	0.85	< .0001
Q10	82	2.68	2.49	2.87	3.00	2.00	0.86	1.00	0.86	< .0001
Q11	82	3.76	3.66	3.86	4.00	4.00	0.46	0.00	0.54	< .0001
Q12	82	3.71	3.57	3.85	4.00	4.00	0.64	0.00	0.52	< .0001
Q13	82	2.06	1.82	2.30	2.00	1.00	1.08	2.00	0.81	< .0001
Q14	82	3.41	3.23	3.60	4.00	4.00	0.85	1.00	0.71	< .0001
Q15	82	3.96	3.92	4.00	4.00	4.00	0.19	0.00	0.18	< .0001
Q16	82	3.91	3.82	4.01	4.00	4.00	0.42	0.00	0.21	< .0001
Q17	82	2.91	2.73	3.10	3.00	3.00	0.85	0.75	0.84	< .0001
Q18	82	3.29	3.04	3.55	4.00	4.00	1.15	1.00	0.62	< .0001
Q19	82	3.62	3.47	3.77	4.00	4.00	0.70	1.00	0.60	< .0001
Q20	82	3.79	3.67	3.91	4.00	4.00	0.54	0.00	0.44	< .0001
Q21	82	3.73	3.60	3.87	4.00	4.00	0.61	0.00	0.50	< .0001

Nota. O IC da média assume que a distribuição amostral da média segue uma distribuição t com N-1 graus de liberdade

Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software Jamovi®.

¹⁵ Os relatórios gerados pelo software Jamovi® contendo os gráficos produzidos ao final das análises descritivas encontram-se disponíveis, de forma complementar, nos Apêndices A e B.

Assim, para dados não simétricos, adotou-se como tendência central a Mediana e, como medida de dispersão, a Amplitude Interquartil (AIQ).

Em seguida, realizou-se a análise descritiva dos dados segmentados por ano de aplicação do instrumento diagnóstico⁹: 2023 e 2024, também para cada uma das assertivas.

De forma objetiva, apresenta-se, em destaque, os valores Mediana e AIQ na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise descritiva dos dados segmentados por ano de aplicação, com destaque a Mediana e AIQ (Licenciandos em Ciências Biológicas).

Estatística Descritiva																						
	Ano de amostragem	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21
N	2023	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
	2024	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Média	2023	2.74	3.57	2.57	3.17	3.57	3.98	3.90	2.12	3.07	2.83	3.76	3.81	1.98	3.57	3.98	3.95	2.90	3.43	3.74	3.76	3.76
	2024	2.73	3.50	2.52	3.08	3.42	3.77	3.77	2.13	2.83	2.52	3.75	3.60	2.15	3.25	3.95	3.88	2.92	3.15	3.50	3.83	3.70
95% IC média limite inferior	2023	2.44	3.34	2.29	2.89	3.33	3.93	3.81	1.86	2.84	2.59	3.63	3.67	1.66	3.34	3.93	3.89	2.65	3.10	3.57	3.56	3.57
	2024	2.38	3.25	2.24	2.73	3.14	3.59	3.58	1.83	2.57	2.24	3.59	3.35	1.78	2.95	3.88	3.69	2.64	2.75	3.24	3.70	3.51
95% IC média limite superior	2023	3.04	3.80	2.86	3.44	3.81	4.02	4.00	2.38	3.30	3.08	3.90	3.95	2.29	3.80	4.02	4.02	3.16	3.75	3.91	3.97	3.95
	2024	3.07	3.75	2.81	3.42	3.71	3.96	3.97	2.42	3.08	2.81	3.91	3.85	2.52	3.55	4.02	4.06	3.21	3.55	3.76	3.95	3.89
Mediana	2023	3.00	4.00	2.00	3.00	4.00	4.00	4.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	2.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	2024	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	2.00	3.00	2.00	4.00	4.00	2.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Moda	2023	2.00	4.00	2.00	4.00	4.00	4.00	4.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	1.00*	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	2024	3.00*	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	2.00	3.00	2.00	4.00	4.00	1.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Desvio-padrão	2023	0.96	0.74	0.91	0.88	0.77	0.15	0.30	0.83	0.75	0.79	0.43	0.45	1.00	0.74	0.15	0.22	0.82	1.04	0.54	0.66	0.62
	2024	1.09	0.78	0.91	1.07	0.90	0.58	0.62	0.91	0.81	0.91	0.49	0.78	1.17	0.93	0.22	0.56	0.89	1.25	0.82	0.38	0.61
AIQ	2023	1.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.75	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00

Estatística Descritiva

Ano de amostragem	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21
2024	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	0.00	0.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.25	2.00	1.00	0.00	0.00

Nota. O IC da média assume que a distribuição amostral da média segue uma distribuição t com N-1 graus de liberdade

*Existe mais de uma moda, apenas a primeira é apresentada

Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software Jamovi®.

A Mediana, por definição, representa o valor central de um conjunto de dados ordenados, ou seja, aquele que separa a metade superior da metade inferior dos valores (Triola, 2017). Diferente da média aritmética, que pode ser significativamente influenciada por valores extremos, a Mediana é especialmente adequada em distribuições assimétricas ou quando se utiliza escalas ordinais, como é o caso desta pesquisa (Maroco, 2011).

A adoção da Mediana neste estudo não apenas respeita os pressupostos estatísticos dos dados, como também permite uma leitura robusta sobre a tendência das percepções dos estudantes em relação a cada assertiva, uma vez que as respostas foram codificadas numericamente em escala ordinal de quatro pontos: 1 a 4 para as opções Concordo Totalmente (CT), Concordo Parcialmente (CP), Discordo Parcialmente (DP) e Discordo Totalmente (DT), sendo a pontuação 4 correspondente à alternativa mais adequada, ou seja, à resposta esperada de acordo com o gabarito teórico estabelecido durante a construção do instrumento.

Dessa forma, valores medianos iguais a 4 indicam forte concordância com a resposta considerada conceitualmente mais adequada, ao passo que valores inferiores sugerem possíveis fragilidades na compreensão ou na adesão à concepção teórica esperada. A Mediana, portanto, não apenas resume os dados desta pesquisa, mas também se torna um indicador importante para identificar quais conceitos foram mais bem assimilados pelos estudantes e quais exigem maior atenção no processo de ensino-aprendizagem.

Complementarmente, foi calculado o Intervalo Interquartil (AIQ), definido como a diferença entre o terceiro quartil (Q3) e o primeiro quartil (Q1), representando a amplitude dos valores centrais de uma distribuição (Field, 2009). A presença do AIQ nesta pesquisa justifica-se pela natureza dos dados e pela necessidade de garantir coerência metodológica na apresentação estatística dos resultados.

No entanto, para este trabalho, a análise interpretativa e crítica centrou-se exclusivamente na Mediana, não sendo realizados aprofundamentos sobre a dispersão das respostas expressa pelo AIQ. Essa delimitação analítica não compromete os objetivos do estudo, uma vez que o foco da investigação foi compreender a tendência central das respostas dos licenciandos frente às concepções avaliadas, e não explorar a variabilidade estatística entre os participantes. Ainda assim, o uso do AIQ fortalece a transparência metodológica e reafirma a adequação do tratamento estatístico empregado no estudo.

Dessa forma, ao analisar a Tabela 2, percebe-se que as assertivas Q2, Q5, Q6, Q7, Q11, Q12, Q14, Q15, Q16, Q18, Q19, Q20 e Q21 tiveram o valor de Mediana 4.00 em ambos os anos de amostragem, revelando que as respostas dos estudantes, em sua grande maioria, foram condizentes com o gabarito teórico do instrumento.

Por apresentarem maior distância em relação às respostas consideradas esperadas, as assertivas Q1, Q3, Q4, Q8, Q9, Q10, Q13 e Q17 foram selecionadas para análise e discussão neste trabalho.

As assertivas, em sua totalidade, podem ser revisitadas no Quadro 3 do Capítulo 4 | Procedimentos Metodológicos. Entretanto, o Quadro 5 a seguir reúne especificamente aquelas que serão discutidas, acompanhadas de suas respectivas respostas esperadas.

Quadro 5 - Recorte das assertivas que serão discutidas com mais detalhes neste trabalho para o público-alvo Licenciandos em Ciências Biológicas.

Nº	Assertiva	Gabarito (Resposta esperada)
1	Os termos “conservação da biodiversidade” e “preservação da biodiversidade” são sinônimos.	DT
3	Para se alcançar a restauração ecológica é necessário retornar o ambiente degradado ao seu exato estado original.	DT
4	Toda ação, visando à conservação da biodiversidade, exclui a utilização sustentável do ambiente pelo ser humano.	DT
8	Para que a preservação da biodiversidade seja estabelecida, a região precisa estar desabitada pelos seres humanos.	CT
9	Ações voltadas para a preservação da biodiversidade possuem como objetivo a manutenção do ambiente natural sem extração de recursos por seres humanos.	CT
10	A etnoconservação e a conservação da biodiversidade são sinônimos.	DT

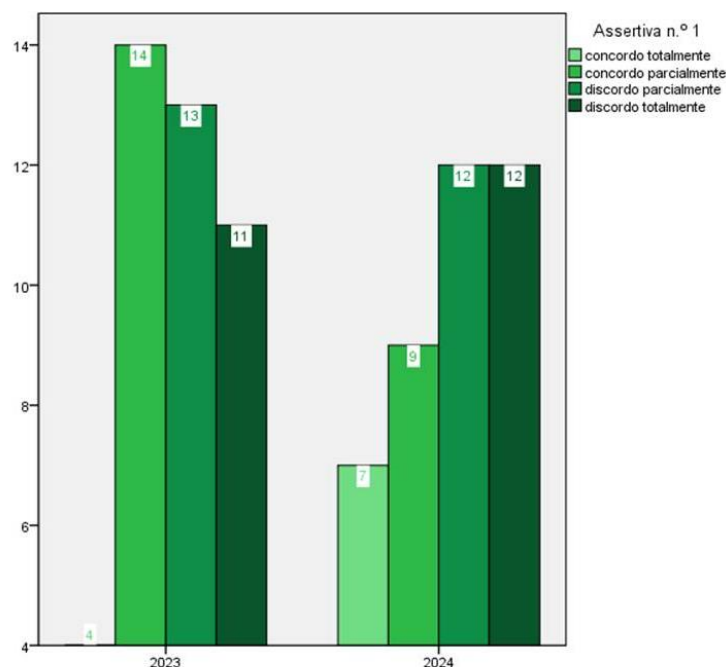
Nº	Assertiva	Gabarito (Resposta esperada)
13	Uma área com preservação da biodiversidade pode ser utilizada de modo sustentável.	DT
17	Ações para conservação da biodiversidade impedem os seres humanos de utilizarem diretamente os recursos naturais de uma região.	DT

Fonte: elaboração própria.

Com o software SPSS®, foram realizadas tabulações cruzadas entre as assertivas e as respostas obtidas por cada ano de amostragem, as quais são representadas graficamente, a seguir. As Figuras 6 a 13 são referentes às assertivas analisadas. Para conhecimento, os gráficos referentes às demais assertivas encontram-se no Apêndice C.

A Figura 6, a seguir, mostra os resultados obtidos para a Q1.

Figura 6 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q1: Os termos “conservação da biodiversidade” e “preservação da biodiversidade” são sinônimos.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

Do ponto de vista científico, conforme argumenta Sarkar (1999), preservar significa manter ecossistemas ou áreas naturais intocadas, com mínima ou nenhuma interferência humana, enquanto conservar envolve a manutenção das características naturais, mesmo diante da presença humana ou do manejo sustentável dos recursos.

Essa distinção conceitual é reforçada no plano normativo pela Lei nº 9.985/2000, que define conservação como “o manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, (...) garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral”. Assim, sob a perspectiva legal, a preservação é entendida como uma das estratégias que compõem o conceito mais amplo de conservação, reforçando a distinção entre os termos.

É importante observar também que a assertiva em questão está vinculada ao Eixo Antrópico (X), cujo foco é a relação entre o ser humano e o meio ambiente. A Q1, pela forma como foi construída semanticamente, é uma das assertivas que mais expressam esse eixo, pois contrapõe, em sua própria formulação, dois conceitos posicionados em polos opostos, conservação e preservação, tal como ilustrado na Figura 5.

Para esta assertiva, a resposta considerada conceitualmente adequada, portanto, era Discordo Totalmente, uma vez que os termos “preservação” e “conservação” não são sinônimos. Embora a lógica da questão espere uma resposta binária (sim ou não; concordo totalmente ou discordo totalmente), os resultados evidenciaram diferentes graus de concordância e discordância entre os respondentes.

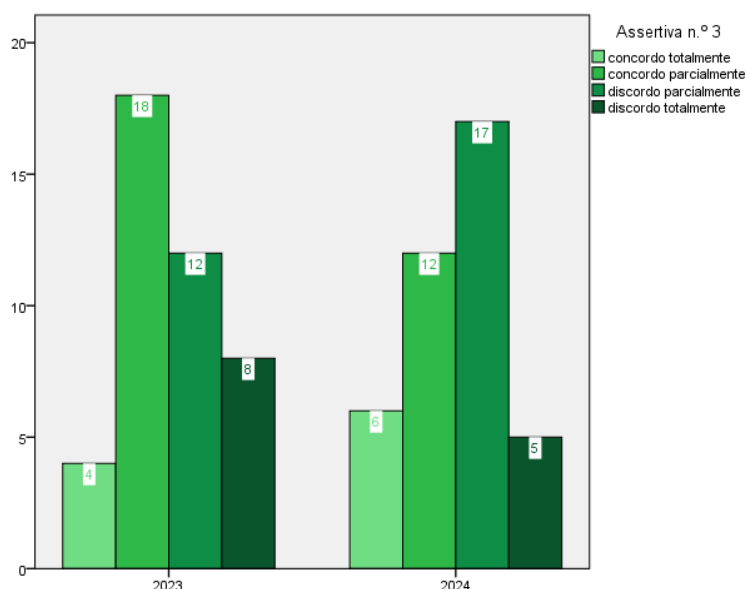
A alternativa “Discordo Totalmente” foi escolhida por apenas 11 estudantes em 2023, enquanto um número expressivo de respondentes (27) optou por alternativas que indicam graus de concordância com a assertiva. Em 2024, entretanto, 12 estudantes discordaram totalmente e 12 discordaram parcialmente, enquanto a minoria deste público indicou graus de concordância com a assertiva.

Assim, tal distribuição sugere uma confusão conceitual entre os termos e que, para parte dos estudantes, a relação entre os dois conceitos não é percebida como absolutamente equivalente nem totalmente distinta, mas como parcialmente sobreposta. Essa percepção pode decorrer de experiências formativas em que os termos foram apresentados de maneira intercambiável ou do contato, por exemplo, com discursos do senso comum que os utilizam como sinônimos.

Esse cenário reforça a necessidade de um ensino que aborde intencionalmente as definições e usos dos conceitos ambientais, articulando-os a contextos reais para evitar ambiguidades que comprometem a compreensão e a aplicação prática desses saberes.

Partindo para a assertiva Q3, os dados obtidos podem ser visualizados na Figura 7.

Figura 7 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q3: Para se alcançar a restauração ecológica é necessário retornar o ambiente degradado ao seu exato estado original.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®..

Na Q3, percebe-se uma tendência à concordância parcial e discordância parcial nos anos de 2023 e 2024. Entretanto, a resposta esperada era Discordo Totalmente, tendo sido assinalada por apenas 8 estudantes em 2023 e 5 em 2024.

Do ponto de vista normativo, a Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), define restauração como a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original” (Brasil, 2000). Assim, a Lei deixa claro que a restauração não implica retornar ao estado exato anterior, mas sim aproximar-se das condições ecológicas originais, dentro dos limites atuais.

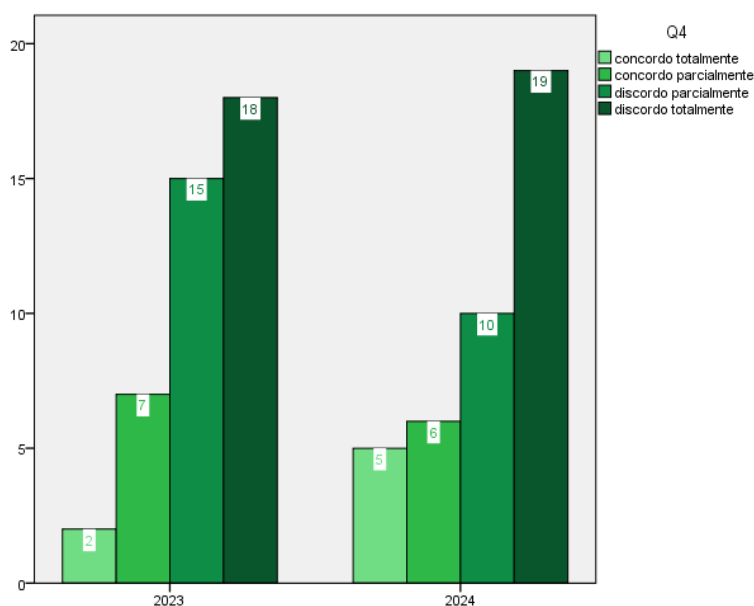
No campo científico, esse entendimento é ainda mais explícito. A Society for Ecological Restoration (SER, 2022), alerta que as condições e limitações atuais do ecossistema são muito distintas daquelas de seu estado prévio (anterior à degradação), e que a restauração deve considerar as condições atuais do ecossistema, suas limitações físicas, biológicas e sociais, bem como o contexto histórico e os objetivos sociais do processo.

Autores como Clewell e Aronson (2007) reforçam essa perspectiva ao conceberem a restauração como uma atividade intencional que visa iniciar ou acelerar a recuperação de um ecossistema em relação à sua integridade ecológica — incluindo biodiversidade, estrutura e funcionamento — mas reconhecendo que a recriação fiel de um estado passado é, na maioria dos casos, inatingível. Da mesma forma, Aronson *et al.* (2006) destacam que a restauração deve ser guiada por referenciais ecológicos viáveis e contextualmente definidos, o que implica aceitar variações e adaptações no processo de recuperação.

Apesar desta assertiva estar alocada no Eixo Geossistêmico, que mobiliza visões de mundo que conectam o impacto do espaço biogeográfico nas políticas públicas, tratando sobre temas relacionados à tomada de decisão, os dados obtidos indicam que parte significativa dos estudantes associa restauração à ideia de retorno exato ao estado anterior, desconsiderando as nuances normativas e científicas que caracterizam o conceito.

A Figura 8 mostra os dados referentes à assertiva Q4.

Figura 8 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q4: Toda ação, visando à conservação da biodiversidade, exclui a utilização sustentável do ambiente pelo ser humano.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®..

A Q4 teve como objetivo avaliar a compreensão dos estudantes sobre o conceito de conservação da biodiversidade, especialmente no que se refere à

distinção entre conservação e preservação, com foco na possibilidade de uso sustentável do ambiente.

Assim como discutido na análise da Q1, essa distinção é fundamental, já que, do ponto de vista científico, conservar não implica manter a natureza intocada, mas sim realizar ações humanas planejadas para manter os ecossistemas funcionais, o que pode incluir desde a preservação até o manejo e uso sustentável dos recursos naturais (Ganem; Drummond, 2011). O plano normativo, a Lei nº 9.985/2000, que institui o SNUC, também reforça essa concepção, ao definir conservação como “o manejo do uso humano da natureza, (...) em bases sustentáveis, (...) garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral” (Brasil, 2000, Art. 2º, inciso I).

A análise estatística das respostas da Q4 indicou mediana inferior a 4, o que justifica, tecnicamente, sua inclusão entre os itens selecionados para análise detalhada, conforme o critério metodológico adotado. No entanto, diferentemente de outras assertivas com mediana semelhante, observa-se que, neste caso, a maioria das respostas foram conceitualmente adequadas.

Em 2023, 18 estudantes marcaram “Discordo Totalmente”, e em 2024, 19 discordaram totalmente da afirmativa, o que revela uma compreensão coerente por parte dos licenciandos, indicando que reconhecem que a conservação da biodiversidade não exclui a ação humana, mas, ao contrário, pressupõe a atuação sustentável e responsável do ser humano nos ecossistemas.

A presença da Q4 na análise, portanto, se justifica não apenas pela mediana estatística, mas pela qualidade interpretativa dos dados obtidos. Os estudantes demonstraram domínio prático do conceito, ainda que, conforme os resultados da Q1, não tenham identificado com precisão a distinção entre “conservação” e “preservação”.

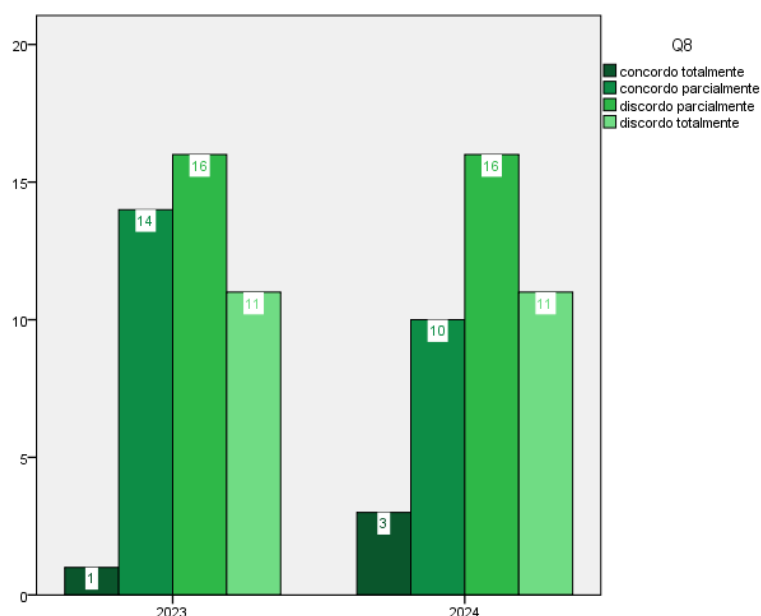
Esse contraste pode sugerir que a compreensão sobre conservação pode estar sustentada mais em uma prática discursiva corrente — marcada pela ênfase em “sustentabilidade” — do que em uma base conceitual consolidada. Como apontam Leff (2001) e Jacobi (2003), o discurso da sustentabilidade foi amplamente apropriado pelas políticas públicas, pela mídia e pelo cotidiano escolar, o que contribuiu não só para sua difusão, mas também para sua diluição sem necessariamente aprofundar os fundamentos ecológicos e políticos que o sustentam.

Assim, é possível inferir que os licenciandos reconhecem que a maior parte das ações ambientais admite a participação humana, mas sem compreender

plenamente os limites conceituais que distinguem estratégias como conservação, preservação ou restauração.

Na Figura 9, a seguir, encontram-se os dados referentes à assertiva Q8.

Figura 9 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q8: Para que a preservação da biodiversidade seja estabelecida, a região precisa estar desabitada pelos seres humanos.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

Ao observar o gráfico, nota-se que a resposta conceitualmente mais adequada é Concordo Totalmente. Para esta assertiva, o gabarito do instrumento apoia-se nas justificativas normativa do SNUC e científica de Sarkar (1999).

A Lei nº 9.985/2000 não define de forma explícita a exclusão da presença humana nas áreas de preservação. No entanto, em seu Art. 7º, §1º, é determinado que o objetivo básico das Unidades de Proteção Integral, categoria vinculada à preservação, é “preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei”, o que, na prática, pode envolver processos de desapropriação (Brasil, 2000).

Do ponto de vista científico, Sarkar (1999) define preservação como a “manutenção de paisagens naturais atualmente desabitadas ou escassamente habitadas”, indicando a possibilidade de presença humana em áreas preservadas. Essa definição flexibiliza, em alguma medida, a interpretação normativa, permitindo a existência de preservação mesmo diante de uma escassa ocupação humana.

No gráfico, apenas 1 estudante em 2023 e 3 estudantes em 2024 assinalaram a opção correta: Concordo Totalmente. A maior parte dos estudantes discorda parcialmente (16 em ambos os anos), seguida por “concordo parcialmente” (14 em 2023 e 10 em 2024), enquanto “discordo totalmente” apareceu com peso relevante (11 em ambos os anos).

Essas respostas podem sugerir que, embora muitos estudantes não tenham identificado corretamente a alternativa esperada, há um reconhecimento parcial da lógica da preservação, especialmente quando se observa a seleção de “concordo parcialmente”.

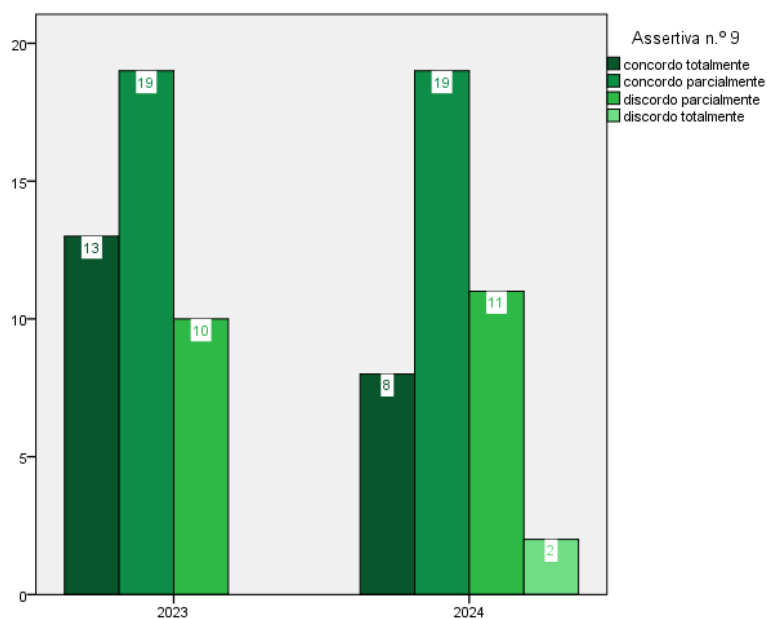
Diante do referencial científico de Sarkar, tal resposta não pode ser considerada incorreta ou incoerente, pois reflete uma concepção mais complexa da preservação, próxima à realidade de territórios ocupados por populações tradicionais, como comunidades indígenas e ribeirinhas que, por vezes, coexistem com áreas preservadas.

Além disso, é possível estabelecer uma relação com os resultados da Q4, a qual revelou que, embora os estudantes não demonstrem domínio conceitual preciso sobre o termo “conservação”, reconhecem que essa estratégia admite o uso humano sustentável.

Na Q8, observa-se um movimento semelhante, mas com foco em “preservação”: embora não compreendam os limites legais da presença humana, os estudantes parecem intuir que a preservação não exige exclusão absoluta das populações, o que pode estar relacionado à difusão da noção de sustentabilidade como eixo transversal das práticas ambientais.

A seguir, temos os dados referentes à assertiva Q9 (Figura 10).

Figura 10 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q9: Ações voltadas para a preservação da biodiversidade possuem como objetivo a manutenção do ambiente natural sem extração de recursos por seres humanos.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

A assertiva Q9 buscou avaliar a interpretação dos estudantes sobre o conceito de preservação, especificamente em relação à possibilidade de ações humanas em ambientes preservados, sobretudo no que se refere à extração de recursos naturais.

De acordo com os dados obtidos, observa-se que, em ambos os anos analisados (2023 e 2024), houve predominância da alternativa “Concordo Parcialmente”, com 19 respostas em cada ano. A alternativa “Concordo Totalmente”, considerada conceitualmente mais adequada conforme os referenciais adotados, foi marcada por 13 estudantes em 2023 e 8 em 2024. As opções de discordância foram menos expressivas, reforçando a tendência de concordância geral com a ideia de que a preservação implica não haver extração de recursos.

Do ponto de vista teórico, a definição de preservação proposta por Sarkar (1999) estabelece a ausência de extração de recursos por seres humanos, uma vez que afirma que a preservação é a “manutenção de paisagens naturais atualmente desabitadas ou escassamente habitadas”, reforçando a impossibilidade da presença humana em áreas preservadas e que, por conseguinte, impede a extração de recursos.

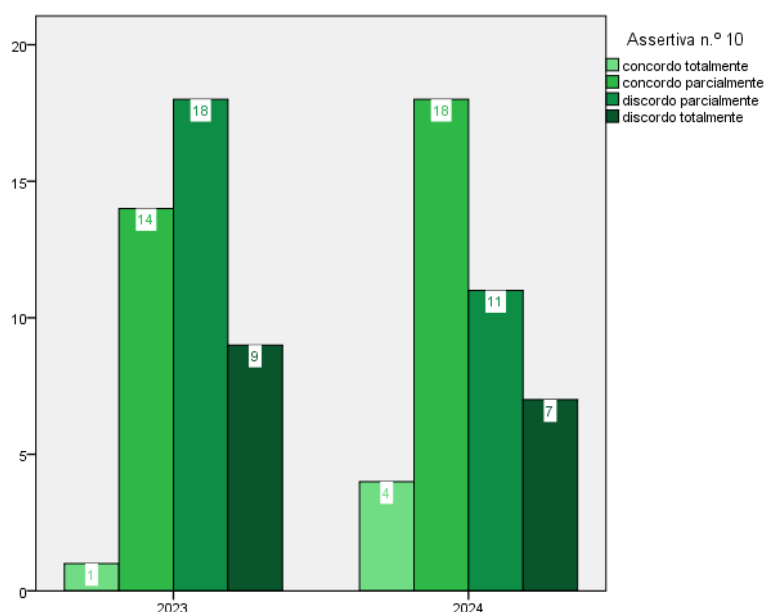
Complementarmente, Brito, Brito e Souza (2015) definem a preservação como a “proteção integral de remanescentes de ambientes naturais”, permitindo a utilização dos seres humanos apenas para finalidades educativas, científicas, recreativas e de lazer; ou seja, sem ações extrativistas ou modificadoras.

Diante disso, a predominância das respostas “Concordo Parcialmente” pode ser interpretada de duas formas. Por um lado, reflete uma compreensão geral de que a extração de recursos não é compatível com a prática preservacionista, o que indica avanços conceituais em relação a outras assertivas analisadas. Por outro, a escolha pela concordância parcial, em vez da total, pode indicar insegurança conceitual ou influência de representações menos rígidas, nas quais a presença humana, ainda que limitada, poderia ser tolerada, conforme observado na assertiva Q8.

Essa ambiguidade interpretativa revela a existência de uma concepção intermediária entre os extremos do preservacionismo e do conservacionismo, sugerindo que os estudantes reconhecem a importância de restringir a intervenção humana em áreas naturais, mas talvez não tenham clareza absoluta quanto aos limites e implicações desse conceito no plano normativo e científico.

Na Figura 11 estão os dados referentes à assertiva Q10.

Figura 11 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q10: A etnoconservação e a conservação da biodiversidade são sinônimos.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

A Q10 busca avaliar a percepção dos estudantes quanto à diferenciação entre os conceitos de conservação da biodiversidade e etnoconservação, sendo esta última compreendida como uma via mais recente e ampliada das práticas conservacionistas.

Enquanto a conservação da biodiversidade, conforme definição por Ganem e Drummond (2011), refere-se à manutenção de sistemas ecológicos funcionais e da diversidade biológica, com ou sem a presença humana, a etnoconservação enfatiza a relação intrínseca entre populações tradicionais e os ambientes que ocupam, reconhecendo esses grupos como agentes ativos na gestão e proteção dos ecossistemas.

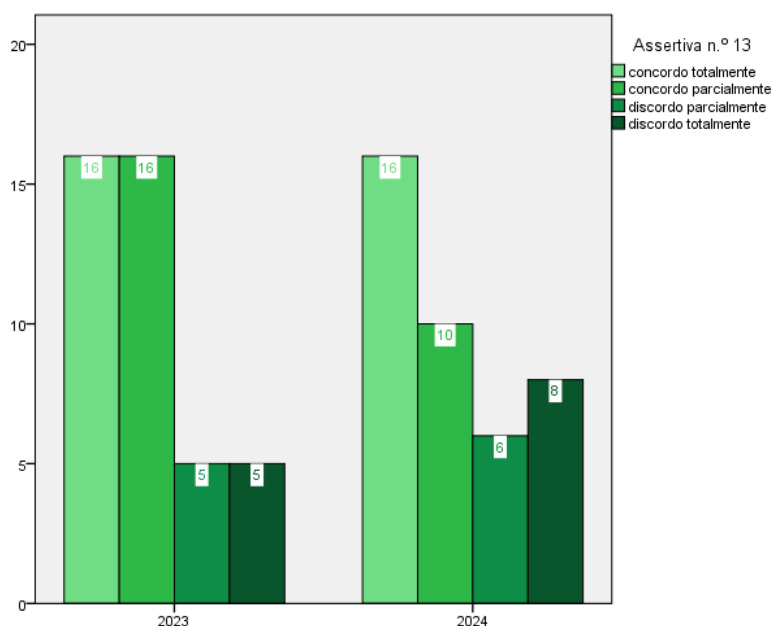
Segundo Diegues (2000), a etnoconservação parte da valorização dos saberes e práticas culturais dos povos indígenas, ribeirinhos, quilombolas, extrativistas e outros grupos que, historicamente, desenvolveram modos sustentáveis de interação com a natureza. Nesse sentido, a etnoconservação ressignifica a presença humana como componente estratégico e ecológico; não como ameaça, mas como parte do equilíbrio ambiental.

Portanto, no gráfico relativo à Q10, a resposta esperada era Discordo Totalmente. No entanto, apenas 9 estudantes de 2023 e 7 estudantes de 2024 selecionaram essa opção, enquanto as opções majoritárias foram Discordo Parcialmente e Concordo Parcialmente, respectivamente.

A baixa adesão à resposta conceitualmente correta sugere que muitos respondentes não reconhecem a etnoconservação como uma estratégia distinta, revelando fragilidades na apropriação dos conceitos mais recentes e complexos da área. Tais resultados evidenciam a importância de fortalecer, no processo formativo docente, o debate sobre as múltiplas abordagens de conservação, incorporando perspectivas que articulem diversidade biológica e sociocultural em contextos de proteção ambiental.

Partindo para a análise da assertiva Q13, os dados referentes à mesma estão dispostos na Figura 12.

Figura 12 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q13: Uma área com preservação da biodiversidade pode ser utilizada de modo sustentável.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

A assertiva está relacionada ao Eixo Biológico (Y), centrado nos processos ecológicos e ecossistêmicos que estruturam o ambiente tal como a percebemos. Esse eixo permite avaliar como os participantes compreendem a complexidade conceitual da *conservação*, especialmente em temáticas que envolvem a tomada de decisão para a sua proteção. Seus extremos representam concepções simplificadas e concepções mais elaboradas, revelando diferentes níveis de apropriação teórica e epistemológica.

A análise do gráfico referente à Q13 revela uma distribuição que evidencia confusões conceituais entre os termos “preservação” e “conservação”. Em 2023, destaca-se a predominância de respostas de concordância: 16 estudantes concordaram totalmente e 16 concordaram parcialmente. O cenário é similar em 2024, com 16 estudantes concordando totalmente e 10 estudantes concordando parcialmente, o que revela a manutenção da ideia de que áreas preservadas poderiam admitir o uso sustentável dos recursos naturais. As respostas de discordância, sendo a opção “Discordo Totalmente” a resposta correta, são minoritárias em ambos os anos.

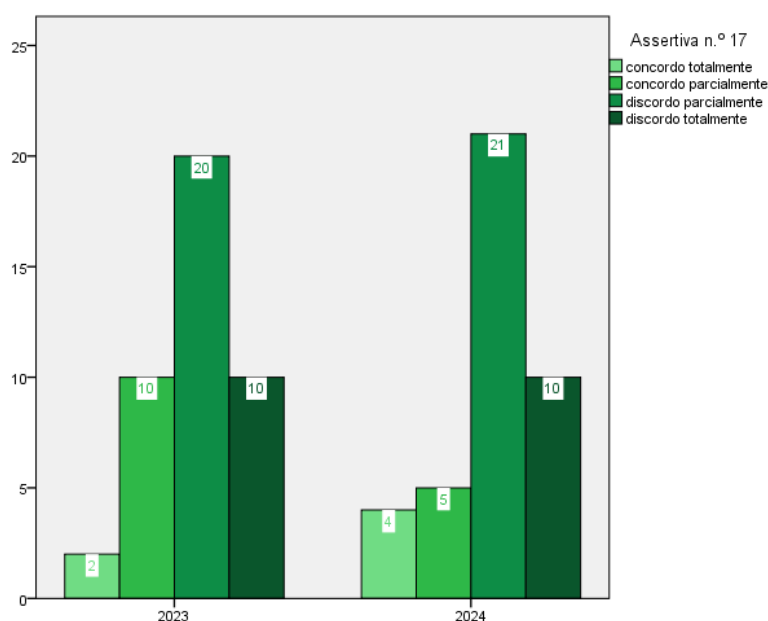
Assim como observamos nas assertivas Q1, Q4, Q8 e Q9, tais resultados indicam, portanto, uma assimilação equivocada por parte dos estudantes ao confundirem os princípios da preservação com os da conservação.

De acordo com o SNUC, a utilização sustentável dos recursos é uma prerrogativa das áreas de conservação, não de preservação. No âmbito legal, a preservação está vinculada às Unidades de Proteção Integral, cujo objetivo principal é “preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais (...)” (artigo 7º § 1º Brasil, 2000).

O fato de que a maioria dos respondentes atribui à preservação características próprias da conservação sugere lacunas na abordagem pedagógica, reforçando a necessidade de maior clareza na formação docente quanto ao aparato legal e teórico que diferencia tais práticas. Nesse sentido, a Q13 evidencia não apenas uma confusão terminológica, mas um posicionamento mais próximo do extremo simplificado do Eixo Biológico, demandando estratégias educativas que promovam um deslocamento em direção a concepções mais complexas e fundamentadas.

A Figura 13, a seguir, apresenta os dados referentes à assertiva Q17.

Figura 13 - Dados obtidos de Licenciandos em Ciências Biológicas para análise de tabulação cruzada da Q17: Ações para conservação da biodiversidade impedem os seres humanos de utilizarem diretamente os recursos naturais de uma região.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

O gráfico correspondente à Q17 apresenta que, em ambas as coletas, os dados revelam forte tendência de discordância parcial. No entanto, a resposta correta era Discordo Totalmente, a qual foi selecionada por apenas 10 estudantes, tanto em 2023 quanto em 2024.

A assertiva Q17 foi elaborada com o propósito de investigar a concepção dos estudantes sobre a possibilidade de uso de recursos naturais em áreas destinadas à conservação da biodiversidade. Sua formulação buscou verificar se os participantes da pesquisa compreendem que a conservação não pressupõe a exclusão da ação humana, mas sim o manejo sustentável desses recursos.

Nesse sentido, a Q17 foi pensada, desde a construção do instrumento diagnóstico, em articulação com a assertiva Q13, que aborda a utilização sustentável em áreas de preservação. A comparação entre ambas permite identificar como os estudantes distinguem, ou confundem, os conceitos de conservação e preservação, sobretudo quando relacionados à apropriação e à utilização dos recursos naturais.

Ganem e Drummond (2011) definem a conservação como um espectro de ações que vão “da preservação absoluta das comunidades bióticas estáveis ao manejo de ecossistemas modificados pelos humanos”. Já autores como Sarkar (1999) e Oliveira (2015) reforçam que a conservação se justifica por sua utilidade social e ecológica, tanto no presente quanto no futuro.

Do ponto de vista normativo, conforme estabelecido pela Lei nº 9.985/2000, o uso sustentável é uma diretriz central nas áreas destinadas à conservação, permitindo que seres humanos façam uso direto dos recursos naturais, desde que de forma controlada e não degradante (Brasil, 2000).

Concluídas, então, as análises das assertivas Q1, Q3, Q4, Q8, Q9, Q10, Q13 e Q17, torna-se possível sistematizar os principais achados em um quadro síntese (Quadro 6).

Quadro 6 - Síntese da análise descritiva das assertivas (Licenciandos em Ciências Biológicas).

Assertiva	Síntese da análise descritiva
Q1	A maioria dos estudantes apresentou concepção equivocada ao considerar os termos “preservação” e “conservação” como sinônimos. Fato este que aponta uma lacuna conceitual na formação docente.
Q3	A assertiva avalia a compreensão sobre restauração ecológica. Os dados mostram predominância de respostas parciais, com poucos estudantes discordando

Assertiva	Síntese da análise descritiva
	totalmente da afirmação, que era a resposta esperada. Indica dificuldade em compreender que a restauração não implica retorno exato ao estado original.
Q4	Estudantes demonstraram entendimento prático da conservação enquanto estratégia que admite uso sustentável, ainda que sem domínio conceitual pleno. A relação com Q1 evidencia que, embora não distingam corretamente conservação de preservação, os estudantes podem associar a conservação à uma ideia de sustentabilidade amplamente difundida.
Q8	Apesar de poucos estudantes selecionarem a alternativa mais adequada, a concordância e discordância parcial sugere compreensão da preservação como uma estratégia flexível. Relaciona-se à Q4 ao evidenciar que, mesmo sem domínio conceitual pleno, os estudantes intuem que ações de proteção não exigem exclusão absoluta da presença humana, possivelmente influenciados pela noção de sustentabilidade mais próxima de um apelo simbólico do que de um compromisso efetivo com a proteção ambiental.
Q9	A predominância da concordância parcial sugere que os estudantes compreendem que a extração de recursos não é compatível com a preservação, mas sem clareza conceitual plena. Essa resposta indica uma visão intermediária entre preservacionismo e conservacionismo, semelhante à observada na Q8, marcada por possíveis inseguranças conceituais e interpretações menos rígidas sobre a presença humana em áreas preservadas.
Q10	A distribuição das respostas revela dificuldade dos estudantes em distinguir etnoconservação da conservação. A baixa adesão à resposta correta indica compreensão limitada sobre a participação de populações humanas em práticas conservacionistas, sugerindo necessidade de aprofundamento conceitual sobre as abordagens contemporâneas da conservação.
Q13	A predominância de respostas que associam preservação ao uso sustentável revela confusão conceitual entre preservação e conservação, bem como já observado nas assertivas Q1, Q4, Q8 e Q9. Tal equívoco evidencia lacunas na formação dos estudantes quanto à distinção legal e teórica entre as estratégias.
Q17	A tendência de discordância parcial revela compreensão parcial sobre o uso sustentável de recursos na conservação. A relação com a Q13 evidencia que muitos estudantes ainda confundem os limites entre conservação e preservação, demonstrando domínio incompleto da distinção conceitual e normativa entre essas estratégias, principalmente com relação ao manejo sustentável dos recursos naturais.

Fonte: elaboração própria.

Para a análise inferencial, elaborou-se uma matriz de correlações entre as variáveis com o objetivo de compreender o nível de associação existente entre as diferentes assertivas. Em situações de correlação positiva, observa-se que a variação em uma variável tende a acompanhar a variação em outra com a qual apresenta relação significativa, indicando que ambas se comportam de maneira semelhante. Já uma correlação negativa revela uma relação inversa, na qual o aumento de valores em uma variável está associado à diminuição de valores na outra.

A construção da matriz de correlação, portanto, não se constitui apenas como um recurso estatístico complementar, mas como uma estratégia metodológica que fortalece e aprofunda a análise já realizada a partir da leitura individual dos gráficos. Ao permitir a identificação de relações significativas entre diferentes assertivas, a análise de correlação contribui para verificar a coerência entre as concepções expressas, confirmando ou relativizando interpretações anteriores, e fornecendo subsídios mais robustos para compreender como determinadas compreensões ambientais estão articuladas ou dissociadas entre si.

Assim, após a aplicação do teste de correlação de Spearman, por meio do software Jamovi®, elaborou-se a Tabela 3, na qual são apresentadas as correlações significativas ($p < 0,05$) entre as assertivas analisadas neste trabalho.

Tabela 3 - Correlações significativas ($p < 0,05$) entre as assertivas analisadas (Licenciandos em Ciências Biológicas).

Assertiva	Assertiva correlacionada	Rho de Spearman (ρ)
Q8	Q3	-0.23
Q9	Q8	0.45
Q10	Q1	0.26
Q13	Q4	-0.25
Q13	Q8	0.38
Q13	Q9	0.27
Q17	Q3	0.24
Q17	Q4	0.27
Q17	Q8	-0.25
Q17	Q9	-0.30
Q17	Q13	-0.24

Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software Jamovi®.

Ainda que tenham sido identificadas correlações estatisticamente significativas envolvendo assertivas não contempladas na análise descritiva, optou-se por considerar, para fins interpretativos, apenas as correlações significativas entre os pares de assertivas previamente analisadas (ou seja, Q1, Q3, Q4, Q8, Q9, Q10, Q13 e Q17), a fim de manter a coerência metodológica e o foco analítico da investigação. A matriz completa de correlações, incluindo todas as variáveis do instrumento, encontra-se disponível no Apêndice D, para consulta.

Com base nos resultados obtidos, observou-se que os valores variaram entre -0,30 e +0,45, indicando correlações negativas e positivas de fraca a moderada intensidade. Embora esses coeficientes não revelem relações fortes entre as assertivas analisadas, sua significância estatística justifica a manutenção dessas correlações na análise.

Assim como Gil (2019) e Martins (2009) afirmam, em pesquisas nas áreas de Educação e Ciências Humanas, é comum que as variáveis investigadas apresentem correlações de baixa magnitude, dado o alto grau de interferência de fatores contextuais, formativos e subjetivos que influenciam as percepções e compreensões dos sujeitos.

Segundo Dancey e Reidy (2006), correlações entre $\pm 0,20$ e $\pm 0,39$ podem ser interpretadas como fracas, mas não desprezíveis, especialmente quando contextualizadas em pesquisas sociais. Já para Marôco (2011), valores moderados (entre $\pm 0,40$ e $\pm 0,59$) possuem potencial interpretativo significativo, sobretudo quando combinados com a análise qualitativa dos dados.

Então, ainda que os coeficientes de Spearman revelem apenas tendências modestas nesta pesquisa, fornecem subsídios válidos para refletir sobre as relações entre os conceitos de Conservação da Biodiversidade, Preservação da Biodiversidade e Restauração Ambiental presentes na formação dos licenciandos.

A correlação mais expressiva da matriz foi encontrada entre Q9 e Q8 ($p = 0,45$), refletindo uma coerência conceitual importante. Os estudantes que associam preservação à ausência de ocupação humana (Q8) também compreendem que tal prática exclui a extração de recursos (Q9).

Embora, do ponto de vista descritivo, tanto Q8 quanto Q9 revelem predominância de respostas parciais e ausência de domínio conceitual pleno, o padrão de associação sugere que, mesmo diante de uma apropriação imprecisa dos termos, os estudantes mantêm certa consistência interna em suas interpretações.

Com relação à assertiva Q8, a visão da preservação como uma estratégia que admite alguma presença humana pode revelar a influência de discursos genéricos sobre sustentabilidade. Já em Q9, a concordância total e parcial com a exclusão da extração de recursos reflete uma aproximação com o princípio normativo da proteção integral.

Dessa forma, a correlação entre ambas pode ser interpretada como a manifestação de um entendimento intermediário, no qual a preservação é reconhecida como uma prática restritiva, ainda que os estudantes não compreendam com precisão os seus limites legais e científicos. Isso evidencia um nível de coerência entre os estudantes que, embora não dominem conceitualmente os termos, tendem a associar ausência humana, em diferentes níveis, e não extração como elementos correlatos da ideia de preservação.

A correlação negativa entre as assertivas Q8 e Q3 ($\rho = -0,23$) sugere que os estudantes possuem visões distintas sobre a intervenção humana, os limites e as capacidades do manejo ambiental.

A análise descritiva da Q8 indica que os estudantes, sem domínio conceitual pleno, entendem a preservação como uma estratégia flexível com relação à presença de seres humanos, como já discutido, possivelmente influenciados por uma ideia simbólica e amplamente difundida de sustentabilidade. Já na Q3, a análise descritiva revelou a dificuldade em compreender que a restauração ecológica não exige a restituição exata do estado original, sugerindo que muitos estudantes ainda operam com uma visão rígida e idealizada da recuperação ambiental.

A correlação negativa entre Q8 e Q3, portanto, revela que aqueles que atribuem maior rigidez à preservação (ausência de seres humanos) tendem a rejeitar a ideia de uma restauração ecológica que não retorne o ambiente ao seu exato estado original — e vice-versa. Essa tensão conceitual sugere falta de articulação entre os princípios que regem diferentes estratégias de manejo ambiental, o que reforça a importância de se promover uma abordagem formativa que trate essas distinções de modo mais integrado e crítico.

A assertiva Q10 apresentou correlação positiva com Q1 ($\rho = 0,26$), indicando que estudantes que reconhecem que etnoconservação e conservação da biodiversidade não são sinônimos (Q10) tendem, também, a reconhecer que conservação e preservação não são sinônimos (Q1).

Apesar da baixa adesão às respostas conceitualmente corretas em ambas as assertivas, a relação entre os itens indica que os estudantes que acertam uma distinção tendem a acertar a outra, ainda que em pequena proporção. Isso aponta para um núcleo minoritário de respondentes com compreensão mais articulada sobre as diferentes estratégias de manejo ambiental.

Dessa forma, embora as análises descritivas evidenciem lacunas conceituais importantes na formação docente, a correlação observada revela a existência de um padrão de resposta coerente entre aqueles que demonstram domínio conceitual mais refinado.

A correlação negativa entre as assertivas Q13 e Q4 ($p = -0,25$) revela uma inconsistência conceitual importante entre as compreensões dos estudantes sobre preservação e conservação da biodiversidade, particularmente no que se refere à possibilidade de uso sustentável.

Na Q13, a maioria dos estudantes concorda com a ideia equivocada de que áreas preservadas podem ser utilizadas de forma sustentável, o que reflete uma confusão recorrente entre os princípios que regem conservação e preservação. Já na Q4, os estudantes, em sua maioria, reconhecem que a conservação admite o uso sustentável dos recursos, ainda que não tenham embasamento conceitual sólido.

A correlação negativa sugere, portanto, que há uma dissociação nas respostas: estudantes que compreendem uma das estratégias tendem a apresentar equívocos quanto à outra, revelando dificuldade em estabelecer limites claros entre os conceitos de preservação e conservação da biodiversidade. Essa oscilação pode indicar que a presença da ideia de sustentabilidade influencia as interpretações dos estudantes, visto que ela nem sempre é aplicada de forma coerente às distintas estratégias de proteção ambiental, evidenciando a necessidade de maior clareza teórico-conceitual na formação docente inicial.

A correlação positiva entre a assertiva Q13 e as assertivas Q8 ($p = 0,38$) e Q9 ($p = 0,27$) revela uma tendência comum de respostas, ainda que não conceitualmente adequadas, entre os estudantes em relação à ideia de preservação da biodiversidade. Na Q8, observa-se que muitos estudantes não selecionaram a alternativa mais adequada, “concordo totalmente”, demonstrando dificuldade em compreender que áreas preservadas pressupõem a ausência de presença humana. Já na Q9, embora a maioria tenha indicado que a extração de recursos não é compatível com a

preservação, essa resposta se concentrou na categoria “concordo parcialmente”, o que reforça uma compreensão intermediária do conceito.

A correlação com Q13 — onde os estudantes, de forma equivocada, associam a preservação ao uso sustentável — não indica coerência, mas sim uma repetição de interpretações imprecisas entre diferentes assertivas. Essa associação revela que os estudantes, em diferentes contextos, reproduzem compreensões frágeis ou confusas sobre os limites e propósitos da preservação, especialmente ao confundi-la com os princípios aplicáveis à conservação.

Uma hipótese interpretativa é que os estudantes parecem transpor automaticamente a ideia de “sustentabilidade” — amplamente difundida nos discursos sociais, educacionais, políticos e econômicos — a todo e qualquer contexto ambiental, inclusive àqueles em que o uso humano é, por definição, restrito. Essa tendência reforça a importância de aprofundar a distinção conceitual e normativa entre preservação e conservação na formação inicial docente, de modo a favorecer uma compreensão mais crítica e coerente dessas estratégias.

A assertiva Q17, que explora a concepção da conservação como estratégia que admite o uso direto dos recursos naturais, apresenta múltiplas correlações.

As correlações positivas com Q3 ($p = 0,24$) e Q4 ($p = 0,27$) indicam que os estudantes que compreendem, ainda que de forma parcial, a flexibilidade da restauração ecológica (Q3) e a possibilidade de uso sustentável na conservação (Q4) tendem a reconhecer que a conservação da biodiversidade não exclui a ação humana controlada.

Em contrapartida, as correlações negativas de Q17 com Q8 ($p = -0,25$) e Q9 ($p = -0,30$) evidenciam o distanciamento conceitual entre conservação e preservação nas respostas dos estudantes. Em Q8 e Q9, as respostas indicam interpretações parcialmente alinhadas à ideia de que a preservação restringe tanto a presença humana quanto a extração de recursos, ainda que sem plena compreensão normativa. A correlação negativa com a Q17 demonstra que os estudantes que compreendem a conservação como prática de uso sustentável, ainda que parcialmente, rejeitam as restrições típicas da preservação, o que reforça a distinção conceitual entre essas estratégias.

De forma particular, a correlação negativa com Q13 ($p = -0,24$) adquire relevância ao apontar que estudantes que compreendem corretamente a conservação (Q17) tendem a discordar da ideia de uso sustentável em contextos

preservacionistas (Q13). Esse resultado aponta para uma consistência interna entre os que conseguem, mesmo em menor número, distinguir normativamente conservação de preservação, especialmente quanto à presença humana e ao manejo dos recursos naturais.

Em conjunto, as correlações envolvendo Q17 revelam que os estudantes operam com compreensões mais coerentes quando lidam com o conceito de conservação, mas que a distinção entre os limites e propósitos das diferentes estratégias ambientais ainda demanda reforço conceitual na formação docente.

Diante das análises apresentadas, observa-se que as correlações identificadas permitiram não apenas confirmar padrões de resposta já sugeridos pelas análises descritivas, mas também revelar as contradições e as dissociações conceituais em relação aos conceitos de conservação, preservação e restauração apresentadas pelos estudantes.

A seguir, apresenta-se, então, um quadro síntese (Quadro 7) com os principais resultados da análise inferencial, permitindo uma visualização condensada das associações significativas entre as assertivas e de suas respectivas interpretações conceituais.

Quadro 7 - Síntese das assertivas e suas correlações (Licenciandos em Ciências Biológicas).

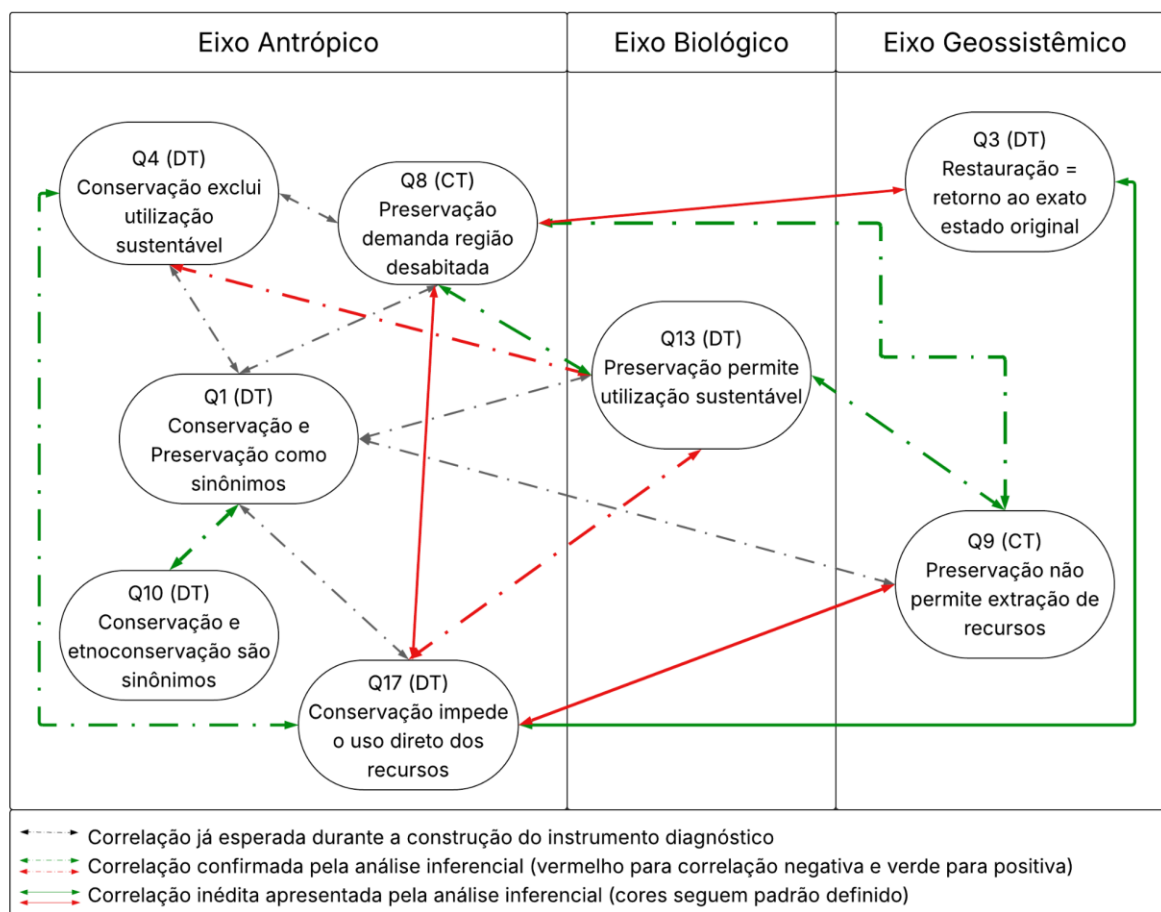
Par de Assertivas	Correlação	Interpretação
Q8 x Q3	Negativa	Estudantes que atribuem rigidez à preservação tendem a rejeitar a flexibilidade da restauração, indicando dissociação conceitual entre as estratégias.
Q9 x Q8	Positiva	Estudantes que associam ausência humana à preservação também rejeitam a extração de recursos, revelando coerência parcial no entendimento de preservação.
Q10 x Q1	Positiva	Quem reconhece que etnoconservação difere da conservação tende a também distinguir entre conservação e preservação, ainda que em pequena proporção.

Par de Assertivas	Correlação	Interpretação
Q13 x Q4	Negativa	Compreensão de uma estratégia (conservação) acompanha equívoco sobre a outra (preservação), evidenciando confusão entre os limites de uso sustentável.
Q13 x Q8	Positiva	Estudantes com interpretações frágeis sobre presença humana na preservação também tendem a associá-la equivocadamente ao uso sustentável.
Q13 x Q9	Positiva	Compreensões instáveis sobre extração na preservação se repetem na crença de que há uso sustentável nesses contextos, revelando incoerência.
Q17 x Q3	Positiva	Estudantes que reconhecem a flexibilidade da restauração tendem a compreender, ainda que parcialmente, o uso sustentável na conservação.
Q17 x Q4	Positiva	Há coerência entre os que entendem a conservação como estratégia de uso sustentável em diferentes assertivas.
Q17 x Q8	Negativa	Compreensões adequadas da conservação estão associadas à rejeição da rigidez preservacionista.
Q17 x Q9	Negativa	Estudantes que compreendem o uso sustentável na conservação discordam da ideia de que preservação admite extração.
Q17 x Q13	Negativa	Há consistência conceitual entre os que distinguem corretamente os limites de uso entre conservação e preservação.

Fonte: elaboração própria.

Com o objetivo de complementar a leitura analítica dos dados apresentados neste subitem, a Figura 14 dispõe, de forma esquemática, as correlações entre as assertivas, sejam aquelas já imaginadas durante a construção do instrumento diagnóstico ou aquelas significativas identificadas na matriz de Spearman.

Figura 14 - Fluxograma das correlações entre as assertivas analisadas (Licenciandos em Ciências Biológicas).



Fonte: elaboração própria.

Assim como observado, o fluxograma também organiza as assertivas a partir de sua vinculação aos eixos temáticos propostos neste estudo. Assim, compreende-se que a maior parte das assertivas analisadas estão concentradas no Eixo Antrópico, o que pode sugerir, uma vez que a maioria dos estudantes selecionou a alternativa incorreta, um descolamento entre a compreensão das ações humanas e suas consequências ambientais.

Em outras palavras, as respostas indicam que para muitos participantes, o usufruto dos recursos naturais, talvez dentro de uma limitação de sustentabilidade – ainda que vazia de significado ecológico, conforme discutido – pressupõe uma lógica de uso contínuo, na qual o ambiente é visto como permanentemente disponível.

II. Diálogos com a prática

Com o objetivo de aprofundar a compreensão dos resultados quantitativos obtidos a partir das assertivas analisadas neste estudo, procedeu-se à análise documental de planos de ensino pertencentes aos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas (noturno e integral) da instituição investigada.

Essa etapa qualitativa integra a estratégia de triangulação metodológica, conferindo densidade interpretativa aos dados e permitindo a articulação entre o que é proposto como conteúdo formativo e as concepções efetivamente mobilizadas pelos estudantes. Ao analisar se e como esses conceitos são contemplados nos documentos curriculares, torna-se possível avaliar em que medida os conteúdos formais se articulam, ou não, com os padrões de resposta evidenciados nas análises descritiva e inferencial do instrumento aplicado.

Conforme o Quadro 1, no Capítulo 4, os planos de ensino das disciplinas Bioética e Legislação, Educação Ambiental, Ecologia de Populações, Ecologia de Ecossistemas, Ecologia de Comunidades, Ecologia de Campo e Evolução foram analisados.

Os critérios utilizados foram: (1) se os objetivos abordavam, de forma direta ou indireta, os conceitos de restauração, preservação ou conservação; (2) se os referenciais teóricos utilizados eram atuais e relevantes para a compreensão dessas estratégias de proteção ambiental; (3) se havia indícios de que tais conceitos eram mobilizados ou provocados junto aos estudantes e (4) se era possível identificar discussões conceituais e normativas articuladas aos fundamentos teóricos que sustentam esta investigação. A seguir, apresenta-se a análise individual de cada plano de ensino.

Sobre a disciplina Bioética e Legislação, embora o plano não trate diretamente dos conceitos de conservação, preservação ou restauração, ele apresenta discussões sobre impactos da ciência na natureza e sobre regulação ambiental no contexto da bioética e do direito. Referenciais como Fiorillo (2021) e Machado (2020)¹⁶ são atualizados e pertinentes. A disciplina provoca reflexões sobre direito e dignidade da pessoa humana, tratando de questões atuais como experimentação e manipulação genética. Dessa forma, subentende-se que reflexões sobre os limites

¹⁶ FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. Curso de direito ambiental brasileiro. 21ª ed. São Paulo: Saraiva, 2021 e MACHADO, P. A. L. Direito ambiental brasileiro. 27ª ed., rev. ampl. e atualizada.. São Paulo: Malheiros, 2020

éticos da intervenção humana e sobre as normas legais que regem o uso do meio ambiente podem ser realizadas.

O plano de ensino da disciplina de Educação Ambiental apresenta que “a disciplina aborda os conhecimentos em Educação Ambiental considerados essenciais à formação do professor de Ciências e Biologia - ao qual tem sido atribuída a tarefa de desenvolver, nas escolas, as ações voltadas para a discussão das causas e consequências da degradação ambiental”. Entretanto, o plano não é bem estruturado. Não há lista de objetivos, conteúdo, metodologia, referenciais teóricos, entre outros itens ausentes, mas necessários ao documento.

A ausência de maiores informações dificulta a identificação clara de como os conceitos são abordados na disciplina. Entretanto, a afirmação de que professores de Ciências e Biologia possuem a tarefa de desenvolver ações relacionadas às causas e consequências da degradação ambiental leva à reflexão sobre a possível abordagem de conceitos sobre Sustentabilidade na disciplina de Educação Ambiental da Instituição em questão.

A disciplina de Ecologia de Populações se destaca por abordar explicitamente em seu plano de ensino objetivos educacionais relacionados à compreensão de propostas de conservação: “Habilitar o aluno a reconhecer as populações naturais como importante objeto de estudo da Ecologia; Caracterizar as populações analisando suas estruturas populacionais e os processos funcionais envolvidos; Compreender os modelos de análise, as interações e as propostas de conservação e manejo de populações em ambientes naturais”.

Os referenciais utilizados são claros e relevantes para as temáticas ecológicas. Cita-se aqui Ricklefs (2003)¹⁷, com seu livro “A economia da Natureza”. Como metodologia, o plano de ensino aponta análises de artigos científicos e exercícios práticos em sala de aula, que podem ampliar o potencial reflexivo e contextualizado da disciplina, indicando conexão entre teoria ecológica e estratégias de conservação.

O plano de ensino da disciplina de Ecologia de Ecossistemas contempla conteúdos ligados à conservação e manutenção de ecossistemas aquáticos e terrestres e, em seu conteúdo específico sobre Ecossistemas Antrópicos, aborda temas como “Homem e ambiente – o trabalho humano e a modificação do ambiente”; “Interdependência dos sistemas antrópicos”; e “Degradação ambiental”.

¹⁷ RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503 p.

Assim como documentado em sua ementa, a disciplina de Ecologia de Ecossistemas apresenta “a discussão sobre a natureza e caracterização dos ambientes antrópicos, incluindo, portanto, os aspectos sociais, culturais e econômicos neles presentes”. Em sua metodologia é contemplada aulas de campo e discussão de textos, revelando o potencial prático e reflexivo da disciplina. Por fim, importa ressaltar que também utiliza o livro “A Economia da Natureza” de Ricklefs (edição mais atual, 2016) como referencial teórico.

Com relação à disciplina de Ecologia de Comunidades, embora não trate diretamente dos conceitos de proteção ambiental, o plano aborda sucessão ecológica, interações e estrutura de comunidades, que são fundamentos importantes para compreender os processos que sustentam estratégias de manejo e restauração. Portanto, sugere-se que a disciplina contribui de forma indireta para a formação conceitual, por meio de metodologias tradicionalistas, como aulas expositivas, seminários e discussões de textos.

O plano de ensino da disciplina Ecologia de Campo ocupa um papel de destaque nesta análise, sobretudo por tratar-se de uma disciplina ofertada no primeiro ano do curso, destinada aos estudantes ingressantes. Seu objetivo de “fornecer vivência em métodos e coleta de informações ecológicas em campo, ampliando as experiências e conhecimentos de alunos de fases iniciais do curso de Ciências Biológicas” evidencia seu caráter fundacional na formação acadêmica.

Entre os conteúdos abordados, destaca-se a inclusão direta da temática “Biologia da Conservação” e, como referencial teórico, ressalta-se Cullen-Jr; Rudran e Valladares-Padua (2001) com “Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre”¹⁸.

Considerando, então, o recorte desta pesquisa, a disciplina “Ecologia de Campo” assume relevância adicional pelo fato de que todos os participantes da pesquisa já haviam cursado e concluído essa unidade curricular no momento da aplicação do instrumento diagnóstico, o que garante um nível mínimo comum de exposição conceitual às noções de conservação.

Por fim, a disciplina de Evolução é focada em processos evolutivos, variação genética e processos macroevolutivos. O plano, portanto, não aborda conceitos de

¹⁸ CULLEN-JR, L.C.; RUDRAN, R; VALLADARES-PADUA, C. (Orgs). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2001.

proteção ambiental. Entretanto, por tratar de conceitos de espécies, populações e biogeografia evolutiva, pode fornecer subsídios para a compreensão da importância da proteção da biodiversidade.

De forma geral, a análise dos planos de ensino revela que, embora algumas disciplinas abordem explicitamente conceitos como conservação, manejo e degradação ambiental, e outras o façam de maneira indireta, por meio de fundamentos ecológicos, a abordagem dos conceitos ocorre de forma fragmentada, com ênfase técnico-científica e ausência de aprofundamento normativo sistematizado.

Em outras disciplinas, observa-se uma presença indireta ou transversal dos temas ambientais com potencial reflexivo, mas sem articulação clara com os fundamentos legais que sustentam as estratégias de proteção ambiental.

Não foram identificadas, por exemplo, referências à Lei nº 9.985/2000 (SNUC) ou a outras normativas ambientais relevantes, o que limita a compreensão dos estudantes quanto aos marcos legais que estruturam as estratégias de proteção ambiental no Brasil. A única exceção parcial é observada na disciplina de Bioética e Legislação, que propõe reflexões sobre regulação ambiental no campo da bioética; contudo, essas discussões não são diretamente vinculadas aos conceitos centrais desta pesquisa.

Essa lacuna formativa contribui para explicar os padrões de resposta observados nas análises descritiva e inferencial, marcados por compreensões parciais, imprecisas ou contraditórias dos estudantes, e reforça a necessidade de uma articulação mais efetiva entre conteúdos científicos, fundamentos legais e práticas educativas no contexto da formação docente em Ciências Biológicas.

Concluídas as análises quantitativa e documental, a pesquisa seguiu para a etapa de entrevista semiestruturada, integrando a estratégia metodológica de triangulação, conforme propõe Patton (2002), fortalecendo a consistência interpretativa da pesquisa por meio da articulação entre diferentes fontes de dados.

Para a entrevista, um professor universitário foi convidado, o qual é responsável por ministrar os componentes curriculares vinculados à temática de Ecologia na Universidade investigada. Sua participação foi considerada estratégica, por representar, de forma integral, as abordagens didáticas e os conteúdos relacionados à proteção ambiental no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Conforme explicitado nos procedimentos metodológicos, em respeito aos princípios

éticos da pesquisa, a identidade do docente será resguardada por meio da sigla PU (Professor da Universidade).

A entrevista teve início com a apresentação do escopo da pesquisa, de seus objetivos e do papel desempenhado pela pesquisadora. Durante toda a entrevista, anotações manuscritas foram realizadas e, conforme recomendação de Newing (2011), a transcrição foi conduzida logo após a coleta, ainda no mesmo dia, com o intuito de minimizar imprecisões e assegurar um elevado grau de fidelidade às falas registradas.

PU, com experiência docente em diferentes *campi* da Universidade, compartilhou aspectos de sua trajetória profissional, bem como mudanças significativas implementadas na estrutura curricular dos cursos de Ciências Biológicas da instituição.

Entre essas atualizações, destaca-se a distribuição dos conteúdos da antiga disciplina “Ecologia da Conservação” em três outras disciplinas voltadas à Ecologia: Ecologia de Populações, Ecologia de Comunidades e Ecologia de Ecossistemas. Corroborando, então, a análise das disciplinas relacionadas aos conceitos de Sustentabilidade mobilizados por esta pesquisa (Quadro 1).

Em sua fala, PU explica que “o interessante para o aluno é ter a base ecológica para entender a Conservação. Não o método em si, porque depende de onde vai ser aplicado, de cada contexto... Então não tinha muita lógica uma disciplina específica para a Conservação, aí a gente acabou distribuindo essa disciplina para várias outras”.

O docente relata que essa atualização curricular decorreu também de um consenso entre todos os cursos de Ciências Biológicas vinculados à Universidade, que identificaram uma sobreposição conceitual entre o conteúdo da disciplina de Ecologia da Conservação e outras já existentes, como as disciplinas citadas de Ecologia e outras, como “Biodiversidade” e “Sustentabilidade”.

Entretanto, assim como apresenta o Quadro 1, essas disciplinas integram exclusivamente a grade curricular do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, não sendo ofertadas na Licenciatura. Diante desse cenário, a pesquisadora questionou ao PU quais componentes curriculares, no âmbito do curso de Licenciatura, contemplariam as estratégias de manejo ambiental discutidas nesta pesquisa.

O professor indicou, então, que, embora disciplinas como “Direito, Legislação e Ética” e “Evolução” eventualmente abordem aspectos relacionados à temática ambiental, isso ocorre de forma pontual e sem centralidade nos conteúdos de proteção ambiental. Ele reforçou que os temas mais diretamente vinculados à conservação, preservação e restauração estão, de fato, concentrados no currículo do Bacharelado.

Para Licenciatura, PU destacou a disciplina de Ecologia de Ecossistemas como a principal responsável por abordar tais conteúdos de maneira mais sistemática e, na sequência, elencou também a disciplina de Ecologia de Populações; o que está em consonância com a análise documental: o plano de ensino da primeira disciplina explicita, entre seus objetivos, a compreensão de propostas de conservação e manejo de populações em ambientes naturais; enquanto a segunda disciplina contempla conteúdos relacionados à conservação de ecossistemas aquáticos e terrestres, além de abordar diretamente os impactos das ações humanas e os aspectos socioculturais vinculados aos sistemas antrópicos.

Ainda no contexto geral relativo às diretrizes dos planos de ensino para as disciplinas do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, apresenta-se o seguinte diálogo, no qual a pesquisadora buscou compreender como são ofertadas as temáticas relacionadas à proteção ambiental e quais são as estratégias didáticas aplicadas em sala de aula:

Pesquisadora: O senhor entende que existe uma definição bem delimitada entre o que é preservação, conservação e restauração?

PU: Mais ou menos. A gente define as diferenças entre elas de forma estrutural: as coisas que já existem precisam ser conservadas/preservadas e as coisas que precisam ser restauradas. Então a gente tem muitas discussões relacionadas à estrutura de cada uma. A gente tem uma diferenciação, mas acaba sendo que conservação e preservação acabam andando muito próximas uma da outra. Então muitos autores acabam se sobrepondo. Por isso, não me surpreende o resultado da pesquisa no sentido de que os estudantes não souberam diferenciar essas estratégias.

Então, assim, há uma diferença? Há sim, mas ela é muito leve. Então, para alunos do Ensino Médio, por exemplo, eu não me assustaria com a falta de discernimento entre as duas, não. É até esperado que não houvesse distinção. Até mesmo para alunos de graduação, acho que eles vão ter uma certa dificuldade de discernir como abordar essas diferenças.

Pesquisadora: *Mas as distinções são importantes, certo? Para um biólogo formado, especialmente, em Licenciatura, o senhor entende que em algum momento essa diferenciação conceitual é relevante? Onde os profissionais poderiam aplicá-las?*

PU: *Depende da área que ele for atuar... Esse é o grande problema da nossa área, né? Porque, assim... Dependendo da área que ele for atuar, talvez ele nunca tenha nenhum contato com esses termos. Então talvez não seja uma coisa muito relevante.*

Mas se ele for para essa área de meio ambiente... Atuando nessa área é importante. Acho que essas especificidades precisam ser olhadas. Mas, para alguém que vai atuar em laboratórios, não faz a menor diferença.

Para quem for atuar com a parte ambiental, principalmente com essa área de licenciamento ambiental, isso é importante.

PU, então, compartilha que em outro campus, no qual lecionava anteriormente, havia a disciplina “Legislação Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental” para o curso de Bacharelado em Ciências Biológicas; na qual os alunos, a partir de atividades práticas e reais (dentro de uma área simulada), aplicavam todas as estratégias de licenciamento ambiental, realizando o levantamento de impacto ambiental e elaborando, por fim, um relatório de impacto ambiental preliminar.

Esse tipo de experiência educacional, voltada à contextualização e integração prática do saber, corrobora com Caldeira (2009), que defende a necessidade de vincular atividades de pesquisa e ensino com o currículo da formação inicial, a fim de criar relações epistemológicas significativas entre os graduandos, formando, assim, conforme BRASIL, profissionais socialmente comprometidos e que atuam de forma interdisciplinar (Brasil, 2001).

Contudo, vale ressaltar que PU centrou sua fala na formação de bacharéis, mesmo quando a pesquisadora direcionava sua interlocução aos licenciandos. Esse desencontro pode evidenciar a clássica tensão identificada por Gatti e Barreto (2009) nos currículos das Licenciaturas: por um lado, um modelo técnico-conteudista e por outro lado, um currículo mais integrado, formativo e reflexivo. A persistência dessa tensão compromete a formação docente, que exige currículos que dialoguem com as demandas reais da escola e favoreçam práticas didáticas significativas e interdisciplinares, como destacado por Nóvoa (2009) e Tardif (2010).

Nesse sentido, observa-se que, para PU, não se apresenta como imprescindível que o professor em formação compreenda normativa e conceitualmente as distinções entre conservação, preservação e restauração — uma vez que, ao longo de sua fala, não houve menção a essa área de atuação. Assim, seja no que diz respeito à fundamentação pedagógica para o ensino de conteúdos relacionados ao manejo ambiental, seja quanto à construção de uma postura cidadã ética e crítica frente aos desafios socioambientais contemporâneos, o docente não menciona a importância dessas categorias conceituais no processo formativo.

Tal perspectiva fragiliza o papel da Universidade na constituição de futuros docentes comprometidos com a sustentabilidade e com a transformação social e, ao desconsiderar a necessidade da apropriação de conceitos-chave relativos à proteção ambiental, distancia-se do desenvolvimento da racionalidade ambiental, a qual exige a apropriação crítica dos conceitos que estruturam o pensamento ecológico como condição para enfrentar os desafios da crise ambiental e estimular a reflexão sobre os valores que orientam a relação entre sociedade e natureza, superando visões utilitaristas ou meramente técnicas (Leff, 2001).

Ademais, ao abdicar dessa sistematização conceitual no processo de formação inicial, perde-se uma oportunidade relevante para fomentar a capacidade analítica e o engajamento dos futuros professores na construção de práticas pedagógicas que integrem criticamente os saberes científicos e as demandas do mundo contemporâneo.

Por outro lado, é possível perceber que PU compreende que uma das atuações do licenciado é a docência na Educação Básica. Em diferentes momentos da entrevista, PU apresenta reflexões sobre o que os estudantes do Ensino Médio deveriam aprender em relação às temáticas ambientais discutidas nesta pesquisa, revelando certa preocupação com a transposição do conhecimento acadêmico para o contexto escolar.

No decorrer da entrevista, um desses momentos reflexivos ocorre quando PU é apresentado à Figura 6 — correspondente à assertiva que trata da Restauração Ambiental como o retorno do ambiente ao seu exato estado original. O docente, em um rápido feedback, avaliou a assertiva como bem aplicada, destacando que se trata de um conceito complexo, mais comumente abordado em níveis avançados de ensino: “eu não esperaria um aluno de Ensino Médio saber disso, porque, de fato,

isso é uma coisa para quem já estudou Ecologia em um nível mais avançado (...). Essa é uma das primeiras aulas que a gente tem em Ecologia de Ecossistemas”.

Assim, segundo PU, a expectativa de que estudantes do Ensino Médio compreendam a impossibilidade de se retornar o ambiente ao exato estado anterior é, em suas palavras, “exagerada”, considerando que tal compreensão demanda conhecimento aprofundado sobre processos ecológicos e temporais.

O professor explicou que, mesmo quando se tenta reconstituir a estrutura ecológica de um ambiente, este nunca será idêntico ao original, pois, além das alterações bióticas e abióticas, há também a dimensão temporal, que impede a replicação exata das condições anteriores:

O ambiente nunca vai ser o mesmo, não só com relação à questão ecológica daquela região, da comunidade que estava vivendo ali, mas também com relação ao tempo.

O que acontece é que a gente pode ter a mesma estrutura ecológica restaurada ao longo do tempo, só que o tempo já não é mais o mesmo. Então a gente nunca vai ter esse mesmo ambiente, porque a gente está em outro tempo e é aí que essa temática é apresentada na disciplina de Evolução, porque a passagem do tempo já caracteriza que aquele ambiente não está mais na mesma condição que estava antes (PU).

PU revela, portanto, consistência teórica em suas análises; visto que sua explicação apresentou notável convergência com SER (2022), demonstrando domínio conceitual e capacidade de articular fundamentos científicos a situações concretas de ensino.

Compartilhando, então, sua percepção sobre as respostas documentadas na Figura 6, em relação ao público da Licenciatura, PU afirmou não esperar que os licenciandos possuam clareza imediata sobre essa nuance conceitual de Restauração Ambiental, mas considera desejável que, ao longo da formação, especialmente em disciplinas como Evolução, os estudantes desenvolvam a compreensão de que os ambientes são mutáveis e atravessados por transformações irreversíveis.

Ainda assim, o professor demonstrou compreender que, diante da assertiva, os respondentes naturalmente optem pela ideia de retorno ao “estado original”, sobretudo por tratar-se de uma visão intuitiva e amplamente disseminada no senso comum.

Entretanto, tal aceitação revela uma limitação importante na concepção de ensino-aprendizagem assumida: ao considerar natural que alunos do Ensino Médio ou Graduação não compreendam a complexidade conceitual envolvida, o docente

ignora o potencial formativo do erro e o papel desestabilizador que a educação pode e deve assumir.

Bachelard (1996) defende que o verdadeiro conhecimento não emerge da acomodação a ideias prévias, mas da ruptura com o senso comum e da reconstrução ativa dos conceitos. Para tanto, é necessário que o ensino provoque o espírito crítico e mobilize a curiosidade e a criatividade dos aprendizes, exigindo-lhes não apenas repetição, mas reorganização e apropriação reflexiva dos saberes.

Sob essa perspectiva, não se pode aceitar passivamente as concepções prévias dos estudantes; é preciso problematizá-las e mediá-las com intencionalidade pedagógica. A construção de uma cultura científica na escola, como aponta Bachelard (1996), exige que todos os seus sujeitos — professores e alunos — estejam envolvidos num processo contínuo de reelaboração do conhecimento, num espaço que precisa, antes de tudo, assumir-se como uma escola (ou, neste caso, Universidade) socialmente ativa.

Em continuidade à entrevista, ainda utilizando-se do contexto da Figura 6, a pesquisadora questiona ao PU quais seriam os caminhos formativos que poderiam favorecer uma compreensão adequada sobre Restauração Ambiental e sobre os outros conceitos estruturantes abordados nesta investigação.

O docente, então, destacou a importância da abordagem interdisciplinar, apontando que por meio da articulação entre diferentes campos do saber seria possível desconstruir visões idealizadas do meio ambiente: “as pessoas falam ‘ah, o ambiente é perfeito!’. Isso não existe. Mas, para alguém mais leigo, que não está na área ambiental [referindo-se aos estudantes do Ensino Médio] isso é uma crença. O ambiente pode se recuperar totalmente e voltar a ser o que era. É errado, mas é o que eles acreditam”.

Essa percepção está alinhada ao que defendem Lavaqui e Batista (2007), ao afirmarem que a interdisciplinaridade favorece aprendizagens mais significativas, especialmente na etapa do Ensino Médio. No entanto, para a formação docente, conforme aponta Caldeira (2009), essa integração entre as diferentes áreas do conhecimento ainda é um desafio, pois muitos licenciandos em Ciências Biológicas apresentam dificuldades em mobilizar, de forma integrada, os saberes científicos e pedagógicos, resultando em práticas educativas fragmentadas e distantes de uma abordagem crítica.

Portanto, ainda que reconhecida como necessária, a interdisciplinaridade segue como uma estratégia pedagógica que nem sempre está presente no cotidiano das licenciaturas. Tal constatação torna-se evidente ao longo do diálogo com PU, que reconhece limitações significativas na abordagem da temática de Sustentabilidade no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade em questão.

Segundo o docente, os conteúdos conceituais sobre sustentabilidade são desenvolvidos, prioritariamente, no currículo do Bacharelado, sendo pouco explorados nas disciplinas voltadas à formação de professores. Embora mencione a existência de uma disciplina específica sobre o tema e a previsão da criação de uma nova disciplina que integre conteúdos de Ecologia e Sustentabilidade com maior profundidade científica, tais avanços permanecem restritos aos bacharéis.

Além disso, PU aponta que, nas disciplinas vigentes para o curso de Licenciatura, o enfoque dado à sustentabilidade tem sido superficial, muitas vezes desvinculado das bases ecológicas e mais alinhado a discursos empresariais ou estratégias de mercado. Tal percepção dialoga com a crítica de Leonardo Boff (2017), para quem o termo “sustentabilidade” vem sendo frequentemente apropriado como ferramenta de marketing, esvaziando-se de seu sentido ético e ecológico original.

Portanto, essa distinta oferta de disciplinas reforça o alerta de Caldeira (2009) sobre a fragmentação entre formação científica e formação pedagógica nas Licenciaturas, comprometendo a construção de práticas docentes críticas, reflexivas e contextualizadas, no caso deste trabalho, a temas estruturantes da cidadania ambiental, como Sustentabilidade.

Por fim, no que tange às assertivas que abordam a relação entre Ser Humano & Meio Ambiente, a pesquisadora e o docente analisaram o conjunto das Figuras 7 a 12.

Principalmente com relação à assertiva “Para que a preservação da biodiversidade seja estabelecida, a região precisa estar desabitada pelos seres humanos” (Q8, Figura 9), PU reflete: “em partes sim, o ideal era que os estudantes concordassem com a assertiva. Entretanto, na prática, a gente sabe que isso não é real. A gente não tem uma área que não esteja totalmente desabitada”, reforçando, portanto, que o fator determinante para a preservação não é a presença ou ausência de populações humanas, mas a forma como o ambiente é ocupado e utilizado: “o ponto é como ela está sendo utilizada ou como está sendo habitada”.

Essa perspectiva está alinhada tanto à concepção normativa do SNUC quanto à definição científica proposta por Sarkar (1999), que define preservação como a “manutenção de paisagens naturais atualmente desabitadas ou escassamente habitadas”, indicando que o critério central está na baixa interferência sobre os processos ecológicos e não na exclusão absoluta da presença humana; como já discutido durante a análise quantitativa da assertiva em questão.

PU exemplifica:

Por exemplo, pensando na Floresta Amazônica... Ela não está desabitada pelos seres humanos. Ela possui, inclusive, vários povos originários. Mas, esses povos mantêm aquela condição ambiental dentro do tolerável para o ambiente, para a comunidade.

Uma coisa é você ter pessoas morando naquele ambiente e interagindo com aquele ambiente, utilizando do ambiente para o seu sustento. Outra condição é a transformação do ambiente (...), por exemplo, transformar a Floresta Amazônica em um pasto. O ambiente, obviamente, deixou de ser uma floresta, para uma outra finalidade. Praticamente toda a comunidade ecológica deixou de existir naquele ambiente.

Então, é essa a modificação que vai diferenciar. A presença ou a ausência de um *homo sapiens* ali não é o que vai definir, né?

Além disso, a gente tem muitos, não só povos originários, mas pessoas quilombolas que vivem em diversas regiões e que não têm interferência relevante para desestruturar a ecologia do ambiente. Então não é a presença dele que vai modificar, mas sim o como vai fazer (PU)

Outro destaque se dá durante a análise da assertiva relacionada à diferenciação entre conservação e etnoconservação (Q10). A pesquisadora indagou se os estudantes, por meio das disciplinas de Ecologia, deveriam conhecer e compreender o conceito "Etnoconservação". Em suas respostas, o professor explicou que trata do conceito na disciplina de Ecologia de Populações; entretanto, demonstrou compreender tal conceito como um estudo das populações humanas sob uma ótica cultural, sem integrar suficientemente a perspectiva mais ampla da etnoconservação como prática de manejo e conservação ambiental.

Apesar de não mobilizar o conceito em sua acepção mais completa, como é proposto por Diegues (2000) – que define etnoconservação como um conjunto de práticas, saberes e valores das populações tradicionais que contribuem ativamente para a conservação da biodiversidade; PU realiza uma relevante contribuição reflexiva à pesquisa.

O professor aponta que muitas pessoas – estando contemplados aqui os licenciandos – sequer percebem que os seres humanos fazem parte da biodiversidade: “quando você começa a se colocar dentro da biodiversidade, num

papel atuante na biodiversidade, os alunos têm uma certa... Um certo desconforto em entender essa relação”. PU explica que essa dificuldade manifesta-se, na graduação, sobretudo quando se apresenta a ideia de que huma-nos integram as cadeias tróficas:

Tem uma aula que a gente fala sobre cadeias tróficas e eu mostro povos, principalmente do Norte da Índia, que faz parte da cadeia trófica e o ser humano não é o último nível. Você vê na cara dos alunos o espanto.

Porque eles não conseguem se imaginar sendo parte de algo que não seja como o consumidor final (...). É difícil para eles (PU).

PU associou essa dificuldade a uma abordagem histórica entre “nós” e “os outros”, explicando que este é um pensamento que foi naturalizado pelas expedições coloniais; quando naturalistas classificavam humanos pertencentes a povos originários como “hominídeos ou provenientes de linhagens mais basais da nossa linhagem”; assim como Sarkar (1999) também apresenta.

O docente explica que essa abordagem “causou e continua causando uma ruptura”, a qual é refletida no desconforto do entendimento de que nós fazemos parte da biodiversidade. PU explica que essa perspectiva contribui para a pulverização das respostas na Q10, visto que o entendimento de etnoconservação exige não só domínio conceitual, mas também uma reorganização simbólica da percepção sobre quem atua dentro da natureza.

Em termos teóricos, essa constatação dialoga Leff (2001), quando apresenta que a formação de uma racionalidade ambiental crítica implica assumir que fazemos parte da ecologia — e não observadores externos. Sem essa compreensão, o ensino de conceitos ambientais corre o risco de permanecer superficial.

Em síntese, PU demonstrou domínio teórico e uma significativa capacidade analítica e reflexiva, o que tornou a entrevista rica e muito bem embasada. No entanto, sua frequente aceitação de os estudantes aderirem ao senso comum, sem desafiar suas concepções prévias, aponta para uma possível lacuna em seu processo de ensino-aprendizagem junto aos licenciandos.

Para apoiar a construção de uma consciência ecológica crítica e sólida, é necessário transpor o senso comum e promover desconstruções que estimulem uma compreensão integrada, dinâmica e cidadã da nossa relação com o meio ambiente.

5.2 Público-alvo: estudantes do Ensino Médio vinculados à ETEC

I. Traços de um panorama formativo

No ano de 2024, a pesquisa contou com a participação de 105 estudantes da ETEC, todos matriculados no Ensino Médio integrado às seguintes formações técnicas: Habilitação Profissional em Técnico em Administração e Habilitação Profissional em Técnico em Desenvolvimento de Sistemas. Ambos ofertados em período integral.

Para a totalidade dos dados obtidos, aplicou-se a análise descritiva, apresentando-se as medidas de tendência central e de dispersão para cada uma das assertivas. Foi aplicado, também, o teste estatístico Shapiro–Wilk para avaliar a distribuição dos dados. Compreendeu-se que para todas as assertivas os dados são não-simétricos, ou seja, não possuem distribuição normal ($p < 0.05$, sendo $p < .00001$).

A Tabela 4 apresenta e sistematiza a análise descritiva.

Tabela 4 - Análise descritiva dos dados obtidos a partir do público-alvo estudantes ETEC.

Estatística Descritiva

	N	Média	Intervalo de confiança a 95%		Mediana	Moda	Desvio-padrão	AIQ	Shapiro-Wilk	
			Lim. inferior	Superior					W	P
Q1	105	2.08	1.88	2.27	2	2.00	1.01	2.00	0.83	< .0001
Q2	105	3.37	3.18	3.56	4	4.00	0.97	1.00	0.67	< .0001
Q3	105	2.19	2.03	2.35	2	2.00	0.84	1.00	0.86	< .0001
Q4	105	3.16	2.96	3.36	4	4.00	1.05	1.00	0.76	< .0001
Q5	105	2.84	2.62	3.05	3	4.00	1.12	2.00	0.82	< .0001
Q6	105	3.17	2.97	3.37	4	4.00	1.02	1.00	0.76	< .0001
Q7	105	3.61	3.48	3.74	4	4.00	0.66	1.00	0.62	< .0001
Q8	105	2.03	1.87	2.19	2	2.00	0.83	1.00	0.84	< .0001
Q9	105	3.04	2.87	3.21	3	3.00	0.87	2.00	0.84	< .0001
Q10	105	2.72	2.55	2.90	3	3.00	0.91	1.00	0.87	< .0001
Q11	105	3.39	3.24	3.54	4	4.00	0.78	1.00	0.71	< .0001
Q12	105	3.11	2.91	3.32	4	4.00	1.05	2.00	0.78	< .0001
Q13	105	1.63	1.47	1.79	1	1.00	0.82	1.00	0.74	< .0001
Q14	105	3.27	3.10	3.43	3	4.00	0.86	1.00	0.78	< .0001

Estatística Descritiva

Intervalo de confiança a 95%									Shapiro-Wilk	
	N	Média	Lim. inferior	Superior	Mediana	Moda	Desvio-padrão	AIQ	W	P
Q15	105	3.79	3.70	3.88	4	4.00	0.47	0.00	0.47	< .0001
Q16	105	3.49	3.30	3.67	4	4.00	0.96	1.00	0.58	< .0001
Q17	105	2.81	2.62	3.00	3	3.00	0.97	1.00	0.84	< .0001
Q18	105	2.94	2.72	3.16	3	4.00	1.13	2.00	0.80	< .0001
Q19	105	3.24	3.05	3.43	4	4.00	0.98	1.00	0.75	< .0001
Q20	105	3.72	3.61	3.84	4	4.00	0.58	0.00	0.52	< .0001
Q21	105	3.42	3.28	3.56	4	4.00	0.72	1.00	0.72	< .0001

Nota. O IC da média assume que a distribuição amostral da média segue uma distribuição t com N-1 graus de liberdade

Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software Jamovi®.

Para dados não-simétricos, então, adotou-se como tendência central a Mediana, e como medida de dispersão, a Amplitude Interquartil (AIQ).

Realizou-se também a análise descritiva de cada uma das assertivas com os dados segmentados por seriação do Ensino Médio: 1ª, 2ª e 3ª série. De forma objetiva, apresentamos os valores Mediana e AIQ (Tabela 5).

Tabela 5 - Análise descritiva dos dados segmentados por ano de aplicação, com destaque a Mediana e AIQ (ETEC).

Estatística Descritiva

	Série do EM	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21
N	1ª série	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2ª série	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	3ª série	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Mediana	1ª série	2.00	4.00	2.00	4.00	3.00	4.00	4.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	1.00	3.50	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	2ª série	2	4	2	4	3	4	4	2	3	3	3	3	1	3	4	4	3	3	4	4	3
	3ª série	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	3.00	2.50	4.00	3.00	1.00	3.00	4.00	4.00	3.00	2.00	3.00	4.00	3.00

Estatística Descritiva

	Série do EM	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21
	1ª série	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.25	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	2.00	2.00	1.00	0.00	1.00
AIQ	2ª série	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	0.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	2.00	1.00	0.00	1.00
	3ª série	1.25	3.00	1.25	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	0.25	3.00	1.25	1.00	1.00

Nota. O IC da média assume que a distribuição amostral da média segue uma distribuição t com N-1 graus de liberdade

Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software Jamovi®.

Os relatórios gerados pelo software Jamovi®, contendo os gráficos produzidos ao final das análises descritivas, encontram-se disponíveis, de forma complementar, nos Apêndices E e F.

Ao analisar a Tabela 5, percebe-se que as assertivas Q7, Q15, Q16 e Q20 tiveram o valor de Mediana 4.00 em todas as seriações, revelando que as respostas dos estudantes para estas assertivas, em sua grande maioria, foram condizentes com o gabarito do instrumento.

Outras assertivas, como Q2, Q4, Q6, Q11, Q12, Q14, Q18, Q19 e Q21, apresentaram respostas distintas entre as seriações; contudo, ainda pôde-se observar que, de modo geral, as opções correspondentes às respostas esperadas permaneceram com frequência significativa. Por outro lado, as demais assertivas exibiram variações mais acentuadas, com valores de mediana distintas de 4.00 em todas as séries analisadas.

Para esta pesquisa, portanto, definiu-se como foco de análise aquelas assertivas em que todas as séries registraram medianas iguais ou inferiores a 3.00, sinalizando menor alinhamento ao esperado e, conseqüentemente, menor aproveitamento por parte dos estudantes. São elas: Q1, Q3, Q5, Q8, Q9, Q10, Q13 e Q17, as quais são apresentadas a seguir, no Quadro 8.

Quadro 8 - Recorte das assertivas que serão discutidas com mais detalhes neste trabalho para o público-alvo estudantes da ETEC.

Nº	Assertiva	Gabarito (Resposta esperada)
1	Os termos “conservação da biodiversidade” e “preservação da biodiversidade” são sinônimos.	DT
3	Para se alcançar a restauração ecológica é necessário retornar o ambiente degradado ao seu exato estado original.	DT
5	A preservação ambiental pressupõe a ausência de tomada de decisão por parte do ser humano.	DT
8	Para que a preservação da biodiversidade seja estabelecida, a região precisa estar desabitada pelos seres humanos.	CT
9	Ações voltadas para a preservação da biodiversidade possuem como objetivo a manutenção do ambiente natural sem extração de recursos por seres humanos.	CT
10	A etnoconservação e a conservação da biodiversidade são sinônimos.	DT
13	Uma área com preservação da biodiversidade pode ser utilizada de modo sustentável.	DT
17	Ações para conservação da biodiversidade impedem os seres humanos de utilizarem diretamente os recursos naturais de uma região.	DT

Fonte: elaboração própria.

Como é possível observar, portanto, o conjunto de assertivas que apresentaram menor aproveitamento entre os estudantes da ETEC e os Licenciandos em Ciências Biológicas mostrou-se praticamente o mesmo, indicando padrões de resposta muito semelhantes entre os dois públicos. A única diferença ocorreu em relação às assertivas Q5 e Q4.

Essa proximidade de resultados sugere que, apesar das diferenças de nível de ensino e de formação, ambos os públicos compartilham dificuldades conceituais semelhantes no que diz respeito aos temas trabalhados.

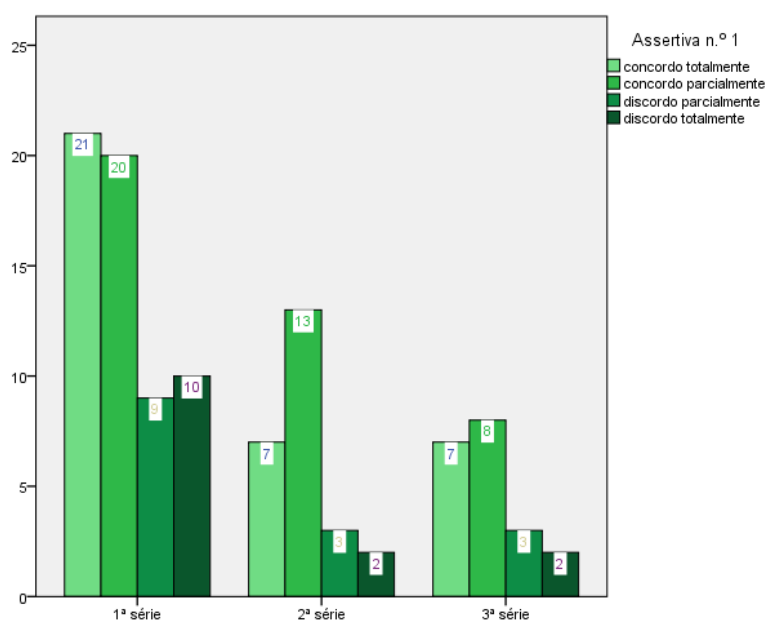
Tal convergência de dificuldades levanta uma hipótese relevante para reflexão: estariam essas dificuldades relacionadas a lacunas comuns no ensino de conceitos relativos à proteção ambiental ao longo de toda a trajetória escolar? Ou, ainda, a forma como tais conceitos são apresentados em materiais didáticos e práticas pedagógicas estaria produzindo obstáculos semelhantes em diferentes níveis de ensino?

Dessa forma, cabe questionar: se, durante a formação inicial, os licenciandos não mobilizam adequadamente os conceitos de preservação, conservação e restauração, não estariam, futuramente, reproduzindo essas mesmas lacunas em sua prática docente na Educação Básica, perpetuando um ciclo de insuficiências conceituais que compromete a formação cidadã voltada à proteção ambiental?

Retornando à apresentação de resultados dos dados obtidos a partir da ETEC, utilizando o software SPSS®, foram realizadas tabulações cruzadas entre as assertivas e as respostas obtidas por cada série de amostragem, as quais são representadas, a seguir. As Figuras 15 a 22 são referentes às assertivas analisadas. Para conhecimento, as demais assertivas são apresentadas no Apêndice G.

A Figura 15, a seguir, mostra os dados referentes à assertiva Q1.

Figura 15 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q1: Os termos “conservação da biodiversidade” e “preservação da biodiversidade” são sinônimos.

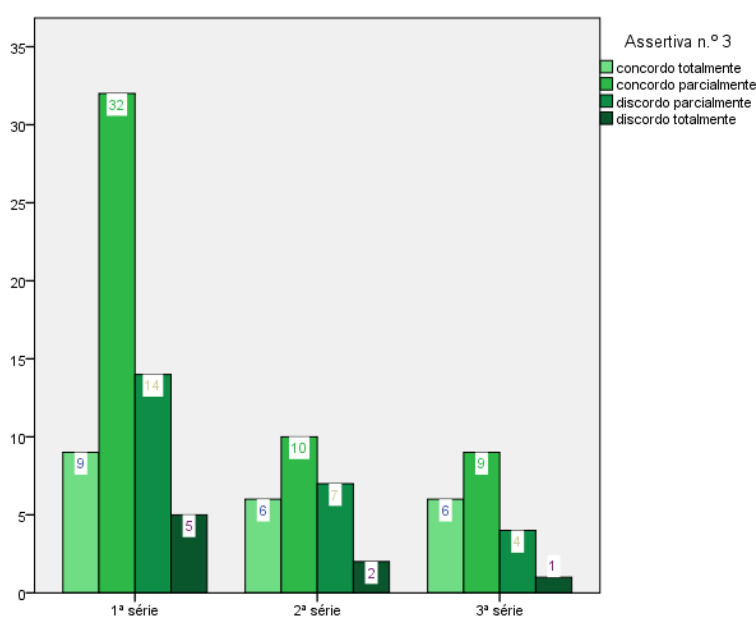


Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

Os dados da Q1 revelam uma predominância de respostas incorretas em todas as séries: grande parte dos estudantes selecionou “Concordo Totalmente” ou “Concordo Parcialmente”, indicando que consideram conservação e preservação como termos equivalentes. A resposta esperada, conforme fundamentação teórica já amplamente discutida, baseada em Sarkar (1999) e Brasil (2000), é “Discordo Totalmente”.

Partindo para a análise da assertiva Q3, os dados referentes à mesma podem ser vistos na Figura 16.

Figura 16 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q3: Para se alcançar a restauração ecológica é necessário retornar o ambiente degradado ao seu exato estado original.



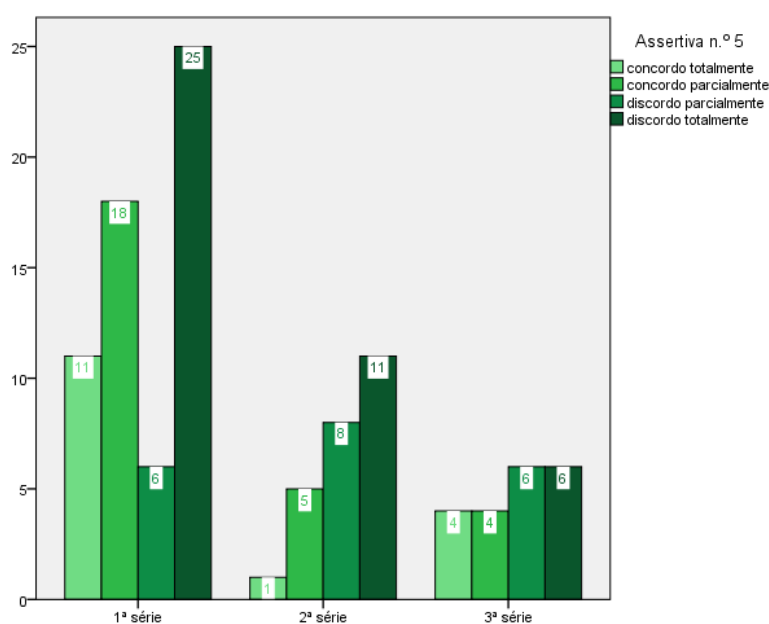
Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

Na análise da Q3, observa-se, também, predominância de respostas equivocadas: a maioria dos participantes da pesquisa concordam que a restauração ecológica exige o retorno exato do ecossistema à sua condição original. A alternativa esperada, “Discordo Totalmente”, foi selecionada por apenas 5 estudantes da 1ª série, por 2 estudantes da 2ª série, e por 1 estudante da 3ª série do Ensino Médio.

Esse resultado pode indicar uma compreensão idealizada da restauração, desconsiderando sua natureza adaptativa, como discutido por Nery *et al.* (2013) e SER (2004; 2022).

A Figura 17, a seguir, mostra os dados relativos à assertiva Q5.

Figura 17 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q5: A preservação ambiental pressupõe a ausência de tomada de decisão por parte do ser humano.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

A assertiva Q5 foi incluída no instrumento diagnóstico para avaliar a percepção dos estudantes sobre o papel da intervenção humana em processos de preservação ambiental. Trata sobre temas afins à tomada de decisão e, quando comparada às respostas dadas às outras assertivas, pode indicar distância teórica da resposta ao conceito de preservação ambiental adotado.

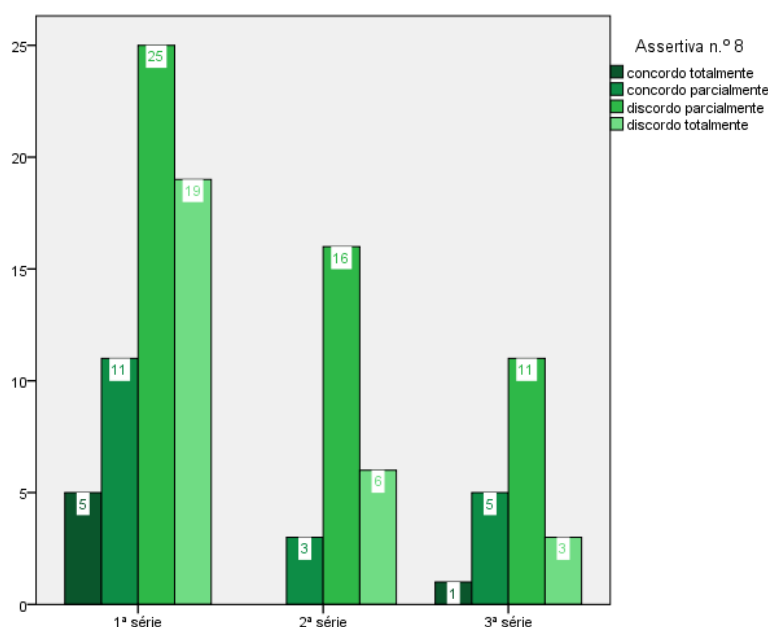
A Lei nº 9.985/2000 define preservação como “conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais”, demonstrando que a preservação ambiental é uma decisão tomada por seres humanos. Assim, a resposta esperada para a Q5 é “Discordo Totalmente”.

Por meio de uma simples análise visual do gráfico, é possível inferir que grande parte dos estudantes assinalaram a alternativa correta, especialmente na 1ª série (25 estudantes), seguida pela 2ª (11 estudantes) e 3ª série (6 estudantes). Entretanto, os dados estatísticos indicam que a quantidade de respostas dispersas entre concordância total e parcial e discordância parcial revelam que a maioria dos estudantes demonstrou aderência à ideia equivocada de que a preservação

independe de decisões humanas, contrariando os fundamentos normativos discutidos nesta pesquisa.

A seguir, temos os dados referentes à assertiva Q8 (Figura 18).

Figura 18 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q8: Para que a preservação da biodiversidade seja estabelecida, a região precisa estar desabitada pelos seres humanos.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

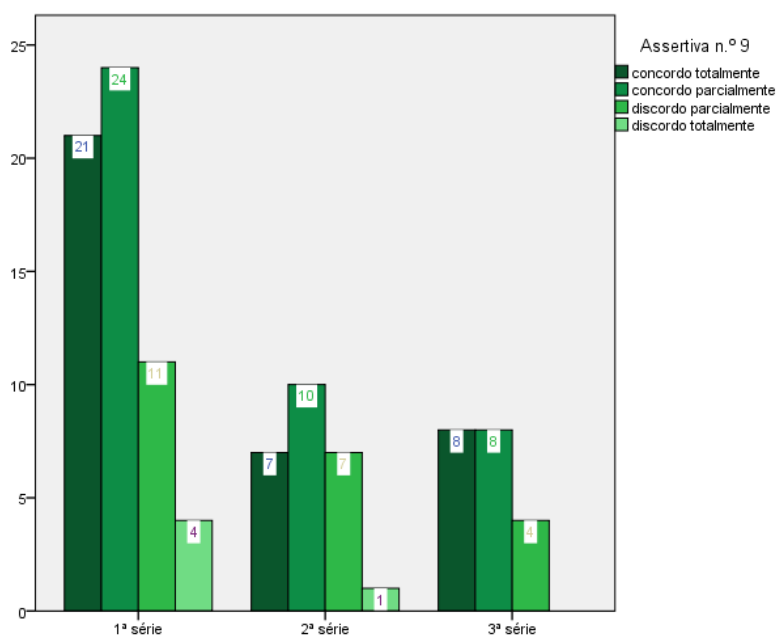
A análise do gráfico da Q8 revela que grande parte dos estudantes discordou da assertiva ou respondeu de forma parcial. Conforme os referenciais teóricos (Sarkar, 1999) e normativos (Brasil, 2000), a resposta esperada desta assertiva é “Concordo Totalmente”.

Como é possível observar, apenas 5 estudantes assinalaram a resposta correta na 1ª série, um único estudante na 3ª série e nenhum estudante concordou totalmente com a assertiva na 2ª série. Portanto, o comportamento das respostas aponta para uma compreensão parcial ou confusa sobre o papel da presença humana, que, no caso da preservação, deveria ser nulo ou mínimo.

Assim como no público da Licenciatura, os estudantes da ETEC parecem influenciados por um discurso genérico de Sustentabilidade, que mistura práticas conservacionistas com preservacionistas, obscurecendo os limites da intervenção humana aceitável.

A Figura 19 apresenta os dados da assertiva Q9.

Figura 19 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q9: Ações voltadas para a preservação da biodiversidade possuem como objetivo a manutenção do ambiente natural sem extração de recursos por seres humanos.



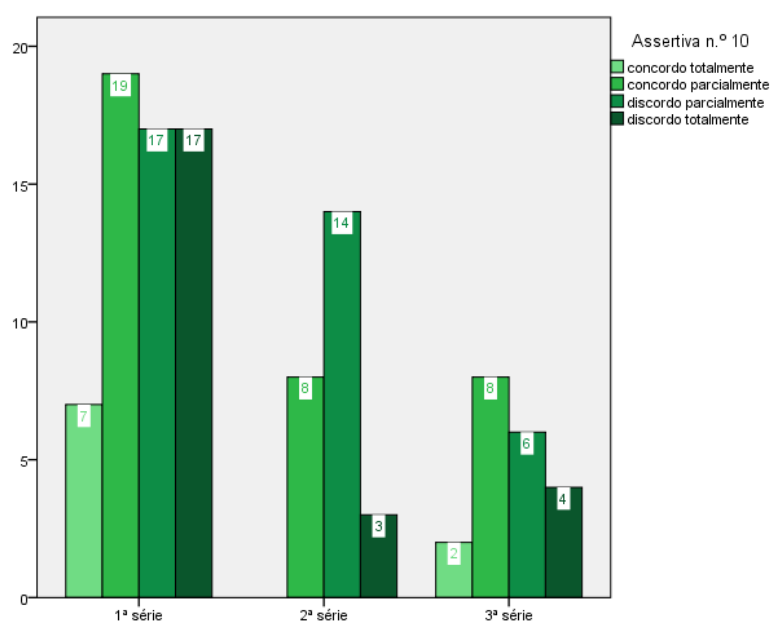
Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

A assertiva Q9 apresentou predominância de respostas total ou parcialmente incorretas entre os estudantes da ETEC. A alternativa correta (“Concordo Totalmente”), que corresponde à concepção normativa de preservação, a qual proíbe a extração de recursos em áreas preservadas, conforme previsto no Art. 7º, §1º da Lei nº 9.985/2000 (SNUC), foi assinalada por 21 estudantes contra 39 respostas incorretas na 1ª série; 7 estudantes contra 18 respostas incorretas na 2ª série; e 8 estudantes contra 12 respostas incorretas na 3ª série.

O resultado sugere compreensões imprecisas ou contraditórias sobre o tema, reforçando a evidência de que os estudantes não distinguem adequadamente os limites conceituais e legais entre conservação e preservação, conforme já identificado na assertiva Q8. Essa confusão pode ser agravada também pela aplicação indiscriminada da noção de “sustentabilidade” a todas as estratégias ambientais, o que dilui as especificidades de cada abordagem.

Na Figura 20, a seguir, estão os dados relativos à assertiva Q10.

Figura 20 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q10: A etnoconservação e a conservação da biodiversidade são sinônimos.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

A assertiva Q10, que busca avaliar a distinção entre etnoconservação e conservação da biodiversidade, apresentou predominância de respostas parcialmente incorretas entre os estudantes da ETEC, indicando desconhecimento da etnoconservação como uma abordagem específica - a qual reconhece a ação de populações tradicionais na conservação dos ecossistemas (Diegues, 2000). A alternativa correta (“Discordo Totalmente”), que indica que os termos não são sinônimos, foi uma das menos assinaladas.

Durante a aplicação do instrumento em duas das turmas participantes, alguns estudantes questionaram à pesquisadora o significado do termo *etnoconservação*, o que exigiu uma breve e sucinta explicação ministrada pela pesquisadora.

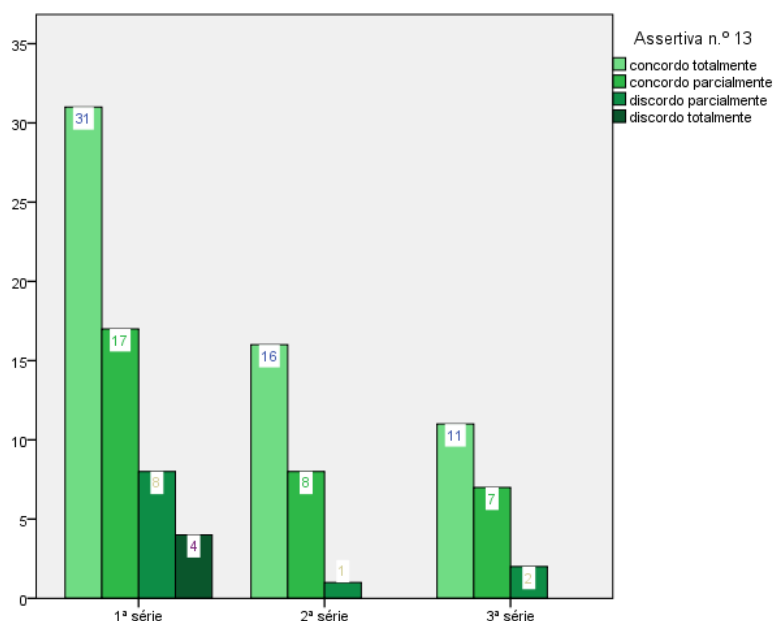
Importante destacar que, metodologicamente, essa intervenção não é recomendada em questionários estruturados, conforme alerta Babbie (2003): a função do entrevistador deve ser neutra, evitando qualquer tipo de influência que possa alterar a percepção do respondente. No entanto, considerando o desconhecimento explícito do termo e a necessidade de garantir a compreensão mínima do enunciado para que a assertiva pudesse ser respondida, a explicação foi pontual e restrita ao conceito de etnoconservação, sem aprofundamento comparativo

com conservação, de forma a mitigar o impacto da mediação no conteúdo da resposta.

A análise do gráfico da Q10, então, reflete o desconhecimento sobre o termo. O baixo índice de acerto pode evidenciar uma lacuna conceitual quanto à compreensão de abordagens contemporâneas da conservação, reforçando a importância de inserir abordagens plurais da conservação na educação básica como forma de ampliar a compreensão dos estudantes sobre a diversidade de estratégias de proteção ambiental.

Abaixo, na Figura 21, estão os dados da assertiva Q13.

Figura 21 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q13: Uma área com preservação da biodiversidade pode ser utilizada de modo sustentável.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

A análise da assertiva Q13 possui destaque nesta pesquisa. A alternativa correta, “Discordo totalmente”, foi assinalada por apenas 4 estudantes da 1ª série e por nenhum estudante da 2ª e 3ª séries.

Em contrapartida, observa-se um padrão de respostas centrado em “Concordo Totalmente”, escolhida por 31 estudantes da 1ª série, 16 da 2ª e 11 da 3ª, o que indica uma ampla aceitação da ideia equivocada de que o uso sustentável é compatível com a preservação. Tal resultado aponta para um desconhecimento generalizado dos

limites legais e conceituais que diferenciam as estratégias de preservação e conservação, conforme definidos na Lei nº 9.985/2000 (SNUC).

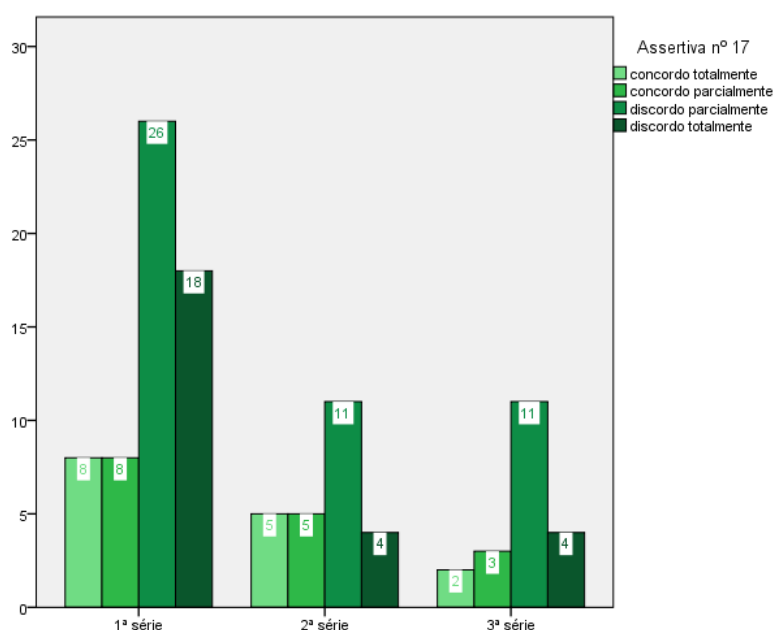
Como já apresentado, segundo o SNUC, a preservação tem como objetivo central “preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais” (Brasil, 2000). Ou seja, qualquer uso direto, ainda que sustentável, é incompatível com a lógica da preservação.

Além disso, o padrão de respostas desta assertiva reforça a problematização já discutida ao longo desta pesquisa: a aplicação generalizada e acrítica da noção de sustentabilidade. O termo, amplamente difundido em discursos educacionais, políticos e midiáticos, parece ter sido incorporado pelos estudantes como sinônimo de qualquer ação positiva para o meio ambiente, sem a devida consideração de seus limites jurídicos ou conceituais.

Portanto, os dados da Q13 evidenciam um equívoco conceitual e também revelam que esse cenário é consistente e transversal entre as séries, indicando que a formação escolar não tem sido suficiente para diferenciar, de forma clara, os fundamentos legais das estratégias de proteção da biodiversidade.

Por fim, a Figura 22 nos mostra os dados referentes à assertiva Q17.

Figura 22 - Dados obtidos de estudantes de Ensino Médio da ETEC para análise de tabulação cruzada da Q17: Ações para conservação da biodiversidade impedem os seres humanos de utilizarem diretamente os recursos naturais de uma região.



Fonte: elaboração própria, dados extraídos do software SPSS®.

A análise da assertiva Q17 demonstra que a maioria dos estudantes da ETEC não compreende corretamente os princípios normativos da conservação. A resposta esperada, “Discordo totalmente”, foi assinalada por apenas 18 estudantes da 1ª série, 4 da 2ª e 4 da 3ª, enquanto a maior parte optou pela categoria de discordância parcial.

Esse resultado revela um padrão semelhante ao observado na Q13, com a qual a Q17 foi planejada em articulação desde a construção do instrumento diagnóstico. Enquanto a Q13 avaliava o entendimento sobre uso sustentável em áreas preservadas, Q17 buscava verificar se os estudantes sabem reconhecer que o uso direto de recursos é compatível com a conservação, desde que realizado de forma planejada (Brasil, 2000; Ganem; Drummond, 2011).

A análise comparada entre essas assertivas permite identificar como os estudantes confundem os limites entre preservação e conservação, principalmente quando essas estratégias são associadas à apropriação humana dos recursos naturais.

Portanto, de forma geral, ao considerar o conjunto das assertivas analisadas, observa-se que as dificuldades conceituais perpassam por conservação, preservação, restauração e etnoconservação.

Assertivas como Q1, Q3, Q8, Q10 e Q13 evidenciaram altos índices de respostas incorretas e, ao comparar os dados entre as séries, nota-se que o desempenho não melhora progressivamente ao longo da formação, indicando que não há uma consolidação progressiva dos conceitos ao longo das séries.

Esse padrão transversal reforça a hipótese de que há uma lacuna formativa persistente no ensino de fundamentos normativos e conceituais ligados à proteção ambiental, com forte presença de interpretações genéricas ou imprecisas, especialmente no que diz respeito à aplicação indiscriminada da noção de sustentabilidade.

Finalizadas as interpretações referentes às assertivas Q1, Q3, Q5, Q8, Q9, Q10, Q13 e Q17, é relevante reunir os principais resultados em um quadro síntese (Quadro 9), a fim de consolidar as evidências levantadas ao longo desta etapa analítica.

Quadro 9 - Síntese da análise descritiva das assertivas (ETEC).

Assertiva	Síntese da análise descritiva
Q1	A maioria dos estudantes considera erroneamente os termos “preservação” e “conservação” como equivalentes, indicando confusão conceitual. A resposta correta (Discordo Totalmente) foi pouco assinalada.
Q3	Os estudantes apresentam uma visão idealizada, rígida e tecnicamente incorreta da restauração ecológica, sugerindo desconhecimento sobre sua natureza adaptativa.
Q5	A dispersão das respostas revela que muitos estudantes percebem a preservação como um processo espontâneo da natureza, sem a necessidade de tomada de decisão por parte dos seres humanos - o que desconsidera seu caráter normativo.
Q8	A maior parte dos estudantes não associa a preservação à exclusão da presença humana, o que revela imprecisão no entendimento dos limites normativos.
Q9	A maioria dos estudantes não reconhece a restrição de uso direto em áreas preservadas, reforçando a tendência já observada em Q8. Indica confusão recorrente entre os princípios legais da conservação e da preservação.
Q10	Estudantes desconhecem o conceito de etnoconservação, o que exigiu mediação da pesquisadora em duas turmas. A grande maioria das respostas ainda foram incorretas, indicando ausência do tema na formação básica.
Q13	A maioria absoluta respondeu de forma equivocada. É possível que tal resultado seja relacionado à generalização acrítica do termo “sustentabilidade”, levando os estudantes à ideia equivocada de que o uso sustentável é compatível com a preservação.
Q17	A maioria dos estudantes respondeu de forma incorreta, o que sugere que os estudantes não compreendem corretamente os princípios normativos da conservação. Entretanto, a dispersão das respostas pode revelar que os estudantes não possuíam segurança para responder à assertiva.

Fonte: elaboração própria.

Para a análise inferencial, também foi elaborada uma matriz de correlações entre as variáveis com o objetivo de compreender o nível de associação existente entre as diferentes assertivas. Após a aplicação do teste de correlação de Spearman, por meio do software Jamovi®, elaborou-se a Tabela 6, na qual é apresentada as correlações significativas ($p < 0.05$) entre os pares de assertivas analisadas por este

trabalho e seu valor Rho de Spearman correspondente. A matriz completa de correlações, incluindo todas as variáveis do instrumento, encontra-se disponível no Apêndice H para consulta.

Tabela 6 - Correlações significativas ($p < 0,05$) entre as assertivas analisadas (ETEC).

Assertiva	Assertiva correlacionada	Rho de Spearman (ρ)
Q8	Q3	-0.28
Q8	Q5	-0.26
Q9	Q5	-0.27
Q9	Q8	0.20
Q10	Q1	0.21
Q10	Q5	0.23
Q10	Q8	-0.27
Q13	Q9	0.23
Q17	Q5	0.28

Fonte: elaboração própria.

Observa-se, portanto, que os valores variaram entre -0,28 e +0,28, indicando correlações negativas e positivas de fraca intensidade. Ainda que modestas, tais correlações são consideradas interpretativamente válidas em pesquisas nas áreas de Educação e Ciências Humanas (Gil, 2019; Martins, 2009). Nesse sentido, como também indicam Dancey e Reidy (2006), correlações entre $\pm 0,20$ e $\pm 0,39$, embora classificadas como fracas, não devem ser descartadas, sobretudo quando analisadas à luz da complexidade das variáveis investigadas.

A correlação negativa ($p = -0,28$) entre Q8, que trata da presença humana na preservação, e Q3, que avalia o conhecimento sobre restauração ambiental, indica que estudantes que entendem que a preservação exige ausência de seres humanos (Q8) geralmente não reconhece que a restauração não exige retorno do ambiente ao seu exato estado original (Q3), e vice-versa. Isso revela incoerência conceitual entre duas estratégias distintas de manejo ambiental, sugerindo que os estudantes possuem compreensões isoladas sobre as diferentes abordagens de proteção.

A também correlação negativa ($p = -0,26$) mostra que quem reconhece que as ações de preservação pressupõem a interferência humana (Q5) menos tendem a reconhecê-la como uma estratégia que exige a ausência de ocupação humana (Q8). Tal dissociação sugere que, mesmo quando o estudante compreende um aspecto normativo da preservação, não articula esse entendimento com sua dimensão prática, evidenciando uma compreensão fragmentada do conceito.

Estudantes que acreditam que a preservação não exige tomada de decisão humana (Q5) tendem também a não compreender que a extração de recursos é incompatível com a preservação (Q9). Essa correlação negativa ($p = -0,27$), assim como na correlação anterior, pode reforçar que o desconhecimento da dimensão normativa da preservação compromete a compreensão de seus limites práticos.

A correlação positiva ($p = 0,20$) entre Q9 e Q8 indica que os estudantes que compreendem que a preservação possui como objetivo a manutenção do ambiente natural sem extração de recursos (Q9) também compreendem que a região precisa estar desabitada para a sua efetiva preservação (Q8). Dessa forma, a correlação sugere coerência interna, mesmo que os acertos dos estudantes tenham sido escassos.

Os dados relativos às respostas equivocadas dos estudantes seguem, portanto, o mesmo padrão: aqueles que entendem que a preservação permite a extração de recursos também entendem que é possível a presença de seres humanos em regiões preservadas. Isso revela, portanto, que os estudantes não compreendem as definições científicas e normativas da preservação.

A associação positiva ($p = 0,21$) entre o erro conceitual na distinção entre etnoconservação e conservação (Q10) e a confusão entre conservação e preservação (Q1) revela consistência na fragilidade conceitual: estudantes que não compreendem distinções específicas (conservação e etnoconservação) também não

compreendem distinções mais gerais (conservação e preservação), indicando ausência de conhecimento estruturado das estratégias de proteção ambiental.

Essa correlação sugere que estudantes que não reconhecem a necessidade e importância das decisões humanas para as ações preservacionistas (Q5) também demonstram dificuldade em diferenciar formas específicas de conservação, como a etnoconservação (Q10). Já a correlação negativa entre Q10 e Q8 ($p = -0,27$) revela um conflito conceitual entre os estudantes: aqueles que reconhecem, em Q10, modelos participativos de conservação (etnoconservação) não articulam isso com os limites da preservação, afirmando - erroneamente em Q8 - que esta estratégia permite ocupação humana.

A correlação positiva ($p = 0,23$) entre Q13 (uso sustentável em áreas preservadas) e Q9 (extração de recursos na preservação) indica que os estudantes mantêm um padrão de raciocínio, ainda que incorreto, nas duas assertivas. Aqueles que acreditam que a preservação admite uso sustentável também tendem a acreditar que a extração de recursos é compatível com ela. A correlação pode indicar uma tendência de uso generalizado da ideia de sustentabilidade, aplicada indevidamente às práticas de proteção ambiental.

Por fim, a correlação positiva ($p = 0,28$) entre a visão equivocada de que a conservação impede o uso direto dos recursos (Q17) e a percepção de que a preservação prescinde de decisões humanas (Q5) revela uma generalização incorreta de estratégias ambientais como práticas de “não uso” e “não intervenção”, o que compromete a compreensão da função social e política das estratégias de manejo ambientais.

Os resultados obtidos por meio da matriz de correlação revelam um conjunto de relações estatisticamente fracas, mas conceitualmente relevantes, que reforçam os padrões observados nas análises descritivas. As correlações negativas indicam incoerência entre os conceitos articulados pelos estudantes, como nos casos em que o reconhecimento da dimensão normativa da preservação (Q5) não se traduz em compreensão de seus limites práticos (Q8 e Q9).

Por outro lado, algumas correlações positivas, como entre Q8 e Q9, sugerem coerência interna mesmo em compreensões equivocadas, o que aponta para padrões estáveis de raciocínio, ainda que descolados da fundamentação científica e legal. O conjunto das associações evidencia uma tendência dos estudantes a confundir ou

generalizar conceitos centrais das estratégias de proteção ambiental, particularmente em relação ao uso dos recursos e à sustentabilidade.

Dessa forma, o Quadro 10, a seguir, apresenta uma síntese dos principais resultados da análise inferencial para o público-alvo da ETEC.

Quadro 10 - Síntese das assertivas e suas correlações (ETEC).

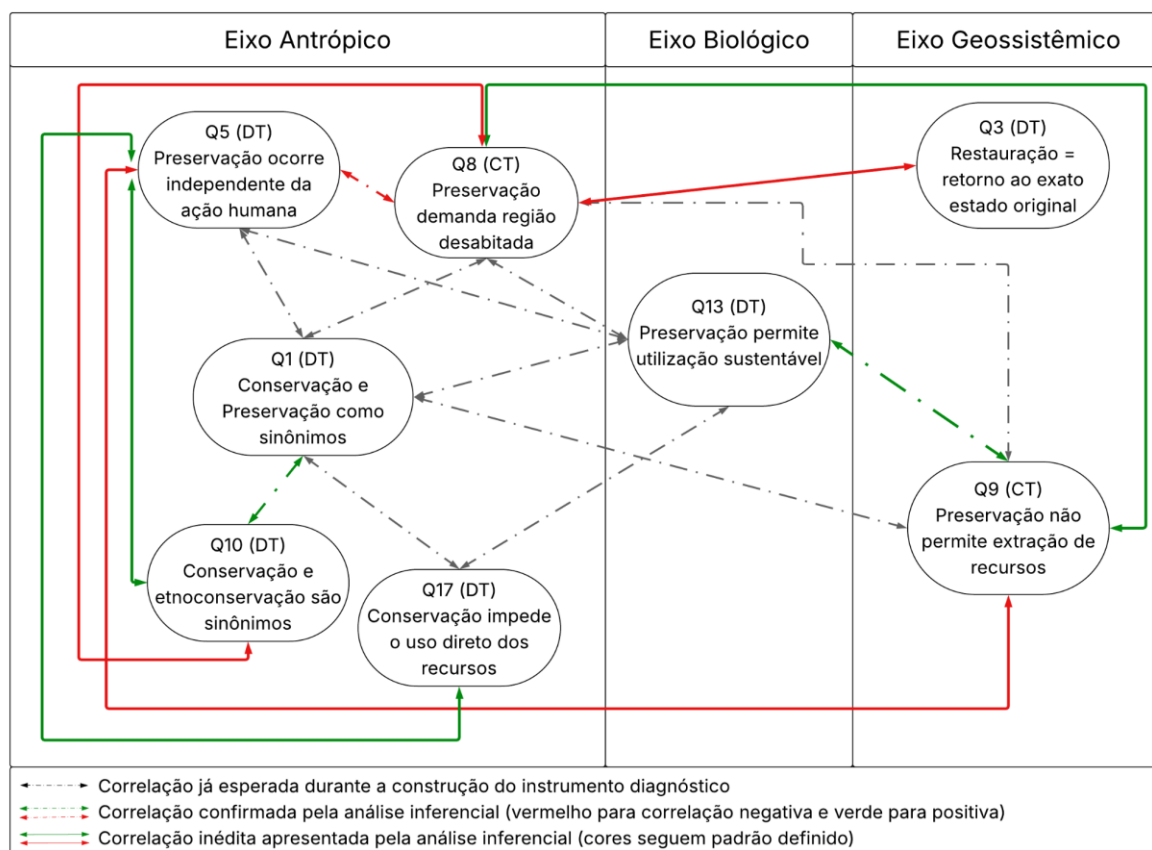
Par de Assertivas	Correlação	Interpretação
Q8 x Q3	Negativa	Estudantes que associam a preservação à ausência total de presença humana tendem a apresentar equívocos quanto à flexibilidade que a restauração admite em determinados contextos.
Q8 x Q5	Negativa	A análise revela uma possível compreensão fragmentada ou parcial da <i>preservação</i> . Quando os estudantes reconhecem que esta estratégia pressupõe tomadas de decisão pelos seres humanos, não articulam esse entendimento ao seu aspecto espacial, com a proibição da ocupação humana.
Q9 x Q5	Negativa	Há incoerência entre compreensão normativa e prática: estudantes que compreendem a normatividade da preservação, afirmando que a estratégia pressupõe tomadas de decisão, não reconhecem suas restrições práticas, afirmando a possibilidade de extração de recursos.
Q9 x Q8	Positiva	A correlação positiva indica uma coerência interna, ainda que equivocada com relação à estratégia abordada: quem acredita que a preservação admite uso também tende a admitir a presença humana em áreas preservadas.
Q10 x Q1	Positiva	Há uma correlação entre o erro conceitual na distinção entre etnoconservação e conservação e a confusão entre conservação e preservação, sugerindo consistência na fragilidade conceitual: estudantes que não compreendem distinções específicas também não compreendem distinções mais gerais.
Q10 x Q5	Positiva	Nesta correlação positiva, estudantes que não reconhecem premissa das decisões humanas para a preservação também demonstram dificuldade em distinguir a conservação da etnoconservação.
Q10 x Q8	Negativa	Aparece aqui conflito conceitual: quem reconhece a etnoconservação como abordagem que admite presença humana, indicam, de forma equivocada, que a preservação também admite tal presença.
Q13 x Q9	Positiva	As concepções equivocadas se reforçam mutuamente: práticas de uso sustentável e até de extração são indevidamente associadas à preservação, o que pode

Par de Assertivas	Correlação	Interpretação
		indicar a influência dos discursos genéricos de sustentabilidade.
Q17 x Q5	Positiva	A correlação positiva aponta para uma generalização incorreta: conservação e preservação são percebidas como práticas de exclusão total de uso e de decisão humana, desconsiderando as distinções fundamentais entre elas.

Fonte: elaboração própria.

A Figura 23 apresenta as correlações entre as assertivas analisadas, abrangendo tanto aquelas previstas desde a elaboração do instrumento diagnóstico quanto aquelas identificadas como significativas a partir da matriz de correlações. A disposição gráfica das assertivas também considera sua inserção nos três eixos temáticos definidos neste estudo (biológico, antrópico e geossistêmico), permitindo visualizar como os conceitos se distribuem e se inter-relacionam no universo interpretativo dos estudantes.

Figura 23 - Fluxograma das correlações entre as assertivas analisadas (ETEC).



Fonte: elaboração própria.

De forma semelhante ao observado no público de Licenciandos, a análise do fluxograma evidencia que a maior parte das assertivas se encontra no Eixo Antrópico, reforçando um padrão nos resultados: este cenário aponta para um afastamento entre a percepção das ações humanas e a compreensão de seus impactos ambientais, revelando que, para muitos estudantes, a utilização dos recursos naturais é concebida como algo contínuo, independentemente das consequências ecológicas. Mesmo quando a ideia de “sustentabilidade” aparece de forma superficial em seus discursos, ela tende a carecer de fundamento técnico ou científico, limitando-se a um uso desvinculado da complexidade real do manejo ambiental.

II. Diálogos com a prática

Com o objetivo de aprofundar a compreensão dos resultados quantitativos obtidos a partir das assertivas analisadas, procedeu-se à análise documental dos planos de curso referentes aos cursos Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Administração e Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, conforme disponibilizados pela instituição investigada.

Conforme explicitado no próprio documento de plano de curso, trata-se de um instrumento legal que organiza o currículo de forma sistemática, incluindo aspectos como objetivos, perfil profissional, competências, habilidades, temas, cargas horárias, infraestrutura e avaliação.

Ao investigar se, e de que maneira, os conceitos relativos à proteção ambiental estão presentes nos documentos curriculares, torna-se possível avaliar em que medida os referenciais escolares se alinham (ou não) às compreensões manifestadas pelos estudantes nas análises descritiva e inferencial.

Para os dois cursos, observa-se no documento de plano de curso a adoção dos princípios orientadores estabelecidos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pelo Currículo Paulista. Os cursos compartilham como fundamento a promoção das dez competências gerais da Educação Básica, que articulam conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para o enfrentamento de demandas complexas da vida cotidiana, do mundo do trabalho e do exercício pleno da cidadania.

Esse referencial formativo, segundo a própria BNCC, está alinhado aos compromissos da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, enfatizando o

papel transformador da educação em direção a uma sociedade mais justa e ambientalmente responsável.

No contexto do Currículo Paulista, esse direcionamento é complementado pelo compromisso com a Educação Integral, que propõe o desenvolvimento intelectual, físico, socioemocional e cultural dos estudantes, reconhecendo a necessidade de prepará-los para os desafios de um mundo multifacetado, dinâmico e incerto.

Assim, as diretrizes curriculares para ambos os cursos partem de um mesmo referencial normativo e pedagógico, que valoriza a formação crítica, ética e sustentável dos estudantes, ainda que, como demonstrado nas análises específicas, a integração direta com os conceitos ambientais investigados nesta pesquisa não seja plenamente efetivada nos componentes curriculares.

Como observado no Quadro 2 do Capítulo 4, o curso de Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Administração possui carga horária dedicada à Formação Geral Básica para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para a 1ª e a 2ª série e disponibiliza carga horária específica para o Itinerário Formativo “Estudos avançados em Ciências da Natureza e suas Tecnologias” nas três séries do Ensino Médio.

Já o curso de Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Desenvolvimento de Sistemas não possui carga horária dedicada para a Formação Geral Básica na 1ª série – apenas para a 2ª e a 3ª série; enquanto o Itinerário Formativo é disponibilizado às três séries.

Diante da investigação documental, compreendeu-se que a estrutura curricular da Formação Geral Básica é a mesma para os dois cursos, conforme apresentado no Quadro 11, a seguir, que sintetiza as informações mais relevantes para os propósitos deste estudo.

Quadro 11 - Síntese das principais informações curriculares relativas à área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias para os cursos de Ensino Médio com Habilitação Profissional.

1ª série Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Administração 2ª série Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Desenvolvimento de Sistemas	
Competências pessoais / socioemocionais	
Demonstrar capacidade de análise e tomada de decisão.	
Competência específica da área	Habilidades
Competência 1: analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, (...), para propor ações individuais e coletivas que (...) minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	EM13CNT101 EM13CNT102 EM13CNT103 EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT106
Competência 2: analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para (...) realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	EM13CNT203 EM13CNT206 EM13CNT207
Competência 3: investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, (...) para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões (...) por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	EM13CNT306 EM13CNT309 EM13CNT310
Objetos de conhecimento (relativos diretamente aos conceitos de proteção ambiental)	
Matéria e Energia	No tópico “Interações ecológicas e energia no ambiente”, citam-se: equilíbrio sistêmico do ecossistema e soluções para situações que ameacem esse equilíbrio e ciclos biogeoquímicos e ações mitigatórias da interferência humana nos ciclos (ex.: reflorestamento).
Vida, Terra e Cosmos	Dentro do tópico “Problemas ambientais decorrentes da ação antrópica”, citam-se: interferência humana nos ciclos biogeoquímicos (agrotóxicos, fertilizantes, pecuária); impactos da intervenção humana (desmatamento, agropecuária, mineração) e seus efeitos nos ecossistemas e na saúde dos seres vivos e conservação e proteção da biodiversidade (unidades de conservação).
Tecnologia e Linguagem científica	Em “Abordagens sociais, ambientais e culturais” cita-se: bioética - proteção e manutenção da variabilidade genética.

2ª série Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Administração 3ª série Ensino Médio com Habilitação Profissional em Técnico em Desenvolvimento de Sistemas	
Competência específica da área	Habilidades
Competência 1	Assim como o próprio plano de curso aponta, as habilidades são as mesmas já apresentadas para a Competência 1.
Competência 2	EM13CNT201 EM13CNT202 EM13CNT205 EM13CNT208
Competência 3	EM13CNT301 EM13CNT302 EM13CNT303 EM13CNT304 EM13CNT305
Objetos de conhecimento (relativos diretamente aos conceitos de proteção ambiental)	
Vida, Terra e Cosmos	Em “Biologia molecular e genética”, citam-se: Bioética aplicada à Biotecnologia; aplicações da Biotecnologia (clonagem, transgenia, controle de pragas, terapias gênicas e tratamentos).
Tecnologia e Linguagem científica	Em “Investigação científica” cita-se: definição da situação-problema, (...) revisão da literatura, (...) discussão argumentativa, construção e apresentação de conclusões. E em “Leitura e interpretação de temas voltados às Ciências da Natureza e suas Tecnologias, utilizando fontes confiáveis”: dados estatísticos; gráficos e tabelas; infográficos; textos de divulgação científica; mídias; sites; artigos científicos.

Fonte: elaboração própria.

O Quadro foi construído a partir da análise de toda a diretriz curricular para as seriações do Ensino Médio, com a organização e disposição de todas as competências e habilidades encontradas nos planos de curso, além da seleção criteriosa apenas daqueles objetos de conhecimento que apresentassem alguma, ainda que mínima, relação com os conceitos centrais desta pesquisa — *conservação, preservação e restauração*.

Mesmo com esse recorte seletivo, observa-se que a maioria dos conteúdos identificados não mantém um diálogo direto com os conceitos relativos à proteção ambiental. Assim, ainda que o currículo formal contemple temas de Ciências da Natureza, sua vinculação explícita a práticas e saberes de manejo ambiental é pontual e fragmentada.

No que se refere ao desenvolvimento das competências, o documento enfatiza a necessidade de que os estudantes analisem fenômenos, compreendam processos tecnológicos e, dentre outras características, que proponham soluções voltadas à resolução de problemas socioambientais, utilizando recursos tecnológicos e científicos para tomada de decisão.

Conforme as orientações de ensino dispostas no plano de curso, essas competências e suas habilidades correlacionadas requerem um trabalho pedagógico que vá além da memorização de conceitos, envolvendo o uso de softwares, aplicativos, laboratórios e outras ferramentas que permitam resolver problemas complexos, exigindo maior capacidade de reflexão.

De forma específica, os planos de curso sugerem “o desenvolvimento de competências e habilidades em torno de assuntos e problemas reais que requeiram aprendizagem de leis, conceitos e objetos de conhecimento construídos por meio de processos que representem os desafios das relações a partir do conhecimento científico”.

Assim, temas como “equilíbrio sistêmico de ecossistemas”, “impactos da intervenção humana” e “ciclos biogeoquímicos”, presentes nos objetos selecionados, poderiam servir como pontos de articulação para inserir, de forma transversal, conceitos aplicados de manejo ambiental. Essa integração permitiria que, mesmo em cursos de habilitação profissional voltados a áreas não biológicas, os estudantes pudessem compreender de maneira contextualizada como ações técnicas, sociais e econômicas interagem com a manutenção da biodiversidade.

Com relação aos Itinerários Formativos “Estudos Avançados em Ciências da Natureza”, o curso voltado à formação de técnicos em Administração não apresenta as diretrizes curriculares para a 1ª e a 3ª série, apesar da previsão de 40 e 120 horas, respectivamente, em sua matriz curricular geral.

Na 2ª série, o itinerário é desenvolvido com carga horária de 40 horas, promovendo competências socioemocionais ligadas à criatividade, convivência ética, autoconfiança e avaliação de impactos sociais. As competências gerais da BNCC mobilizadas são a Competência 5 (uso crítico e ético das tecnologias da informação) e a Competência 9 (empatia, respeito à diversidade e o exercício de resolução de conflitos), com habilidades voltadas à análise ética de contextos sociais e ao desenvolvimento de trabalho colaborativo.

A proposta pedagógica segue a lógica da aprendizagem baseada em projetos, com uso de protótipos, maquetes e ambientes colaborativos. Os conteúdos seguem o eixo temático “Eu no Mundo” e articulam-se com os demais componentes do itinerário, favorecendo abordagens multidisciplinares e estimulando a reflexão crítica, a resolução de problemas e o uso responsável da tecnologia.

Em síntese, embora essas atividades não envolvam os temas relativos à esta pesquisa, elas promovem práticas pedagógicas que desenvolvem pensamento crítico, solução de problemas reais e colaboração.

Para o curso voltado à formação de técnicos em Desenvolvimento de Sistemas, o documento curricular apresenta as diretrizes do Itinerário Formativo para as três séries.

De modo geral, para a 1ª série, são definidos como valores a serem desenvolvidos a proatividade, a criticidade e a valorização de ações voltadas à convivência saudável. Como competência vinculada à BNCC, relacionam a Competência Geral 8 - que enfatiza o autoconhecimento, o cuidado com a saúde física e emocional e o reconhecimento de emoções próprias e as dos outros, com capacidade para lidar com elas - com as habilidades de análise crítica de informações para debater questões relativas às Ciências da Natureza e a proposição de soluções para problemas das demandas reais na diversidade humana.

Nas orientações pedagógicas para este componente, a Instituição indica aos professores que adotem a metodologia de aprendizagem baseada em projetos, com foco na elaboração de protótipos, modelos e esquemas, e tenham abordagem multidisciplinar ao tratar dos temas do componente, o qual é alinhado à nomenclatura do Ensino Médio, sendo “Eu e Meu Mundo” para a 1ª série.

Assim, apesar de os objetos de conhecimento estarem voltados a temas relativos ao corpo e à saúde e, portanto, não estarem diretamente relacionados aos conceitos ambientais centrais desta pesquisa, é relevante reconhecer que os estudantes são expostos, desde o início do curso, a propostas que envolvem o pensamento crítico, a multidisciplinaridade e a resolução de problemas reais.

Na 2ª série, o Itinerário Formativo mantém a proposta pedagógica baseada em projetos, com o objetivo de desenvolver a capacidade dos estudantes para resolver situações-problema, responsabilizar-se pela produção e divulgação de informações e promover a convivência saudável. Os conteúdos dessa etapa estão inseridos no eixo temático “Eu no Mundo” e seguem o mesmo formato metodológico adotado na 1ª

série, valorizando a abordagem multidisciplinar e a construção conjunta de projetos entre diferentes componentes curriculares.

As competências gerais da BNCC mobilizadas neste componente são a Competência 2 (exercício da curiosidade intelectual, investigação científica, criatividade, resolução de problemas, entre outros), a Competência 3 (valorização e participação em manifestações artístico-culturais) e a Competência 5 (uso crítico e ético das tecnologias de informação e comunicação para comunicação, autoria e produção de conhecimento). Entre as habilidades relacionadas às competências citadas, destaca-se o uso de ferramentas digitais para propor soluções inovadoras e socialmente responsáveis.

Neste componente, os objetos de conhecimento também não dialogam diretamente com os conceitos de proteção ambiental, mas é importante destacar que os estudantes são novamente inseridos em práticas pedagógicas que favorecem o pensamento crítico, a criatividade, a argumentação fundamentada e a ação propositiva diante de contextos reais.

Por fim, para a 3ª série, o Itinerário Formativo “Estudos avançados em Ciências da Natureza e suas Tecnologias” apresenta, em comparação às séries anteriores, maior aproximação com os princípios da consciência socioambiental e da sustentabilidade, ainda que de forma transversal.

Com carga horária ampliada para 120 horas e ancorado no eixo temático “Eu para o Mundo”, o componente convida os estudantes a refletirem criticamente sobre os impactos das tecnologias emergentes — como cidades inteligentes, inteligência artificial, internet das coisas e eficiência energética — e sua relação com o bem-estar coletivo e os desafios contemporâneos.

Para esta série, o Itinerário tem como foco promover nos estudantes a capacidade de lidar com situações novas, assumir responsabilidade por suas ações, propor soluções para problemas complexos e refletir criticamente sobre questões socioambientais e tecnológicas de relevância contemporânea.

Assim como apresenta a Competência 7 da BNCC, os estudantes devem “argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular (...) decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta”. Com isso, os estudantes devem desenvolver a habilidade de posicionar-se frente a

questões de relevância socioambiental, de respeito aos direitos humanos e de consumo responsável em âmbito local, regional e global.

Para a Competência 9, voltada à empatia, diversidade e responsabilidade social, cita-se como habilidade adequada aos estudantes que formulem propostas que dialoguem com o uso da tecnologia e o respeito às demandas socioambientais, em âmbito local, regional e global.

Por fim, para a Competência 10, que estimula a autonomia, a responsabilidade, a resiliência e a tomada de decisão com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários, destaca-se a habilidade de aplicar as diversas tecnologias na proposição de soluções às demandas atuais.

Assim, as competências e as habilidades desta seriação, ao contrário do observado nas séries anteriores, dialogam de maneira mais direta com valores ligados à sustentabilidade e à cidadania planetária, embora ainda não promovam, de forma sistematizada, discussões conceituais ou normativas sobre as estratégias de manejo ambiental investigadas nesta pesquisa.

Portanto, embora a ausência de conteúdos específicos sobre a proteção ambiental permaneça, é possível reconhecer que, nesta etapa, os estudantes são mais intensamente provocados a pensar sobre os impactos de suas ações no mundo e a buscar soluções tecnológicas alinhadas a princípios de responsabilidade ambiental. Essa evolução curricular, ainda que insuficiente do ponto de vista conceitual, representa um avanço no estímulo ao engajamento crítico dos estudantes diante dos desafios socioambientais da contemporaneidade.

Concluídas as análises das estruturas curriculares voltadas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, foi realizada uma leitura ampliada dos planos de cursos com o intuito de identificar, ainda que de forma transversal, possíveis abordagens complementares relacionadas à proteção ambiental ou à cidadania socioambiental.

Para o curso de Administração, observa-se que, excetuando-se os componentes ligados à Formação Geral Básica e ao Itinerário Formativo da área de Ciências da Natureza, há apenas algumas menções a temas ambientais no restante do plano. Nas disciplinas específicas para a Formação Técnica e Profissional “Ética e Cidadania Organizacional” e “Processos Logísticos Empresariais” são abordados temas como Sustentabilidade, Legislação ambiental e Logística Reversa.

Já para o curso formativo em Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, a mesma disciplina “Ética e Cidadania Organizacional” também está disposta na matriz curricular para a Formação Técnica e Profissional, tratando, portanto, de Sustentabilidade e Legislação ambiental, quando apresenta em suas habilidades: “identificar as implicações da legislação ambiental no desenvolvimento do bem estar comum e na sustentabilidade”.

Além disso, de forma geral, o documento apresenta que, ao concluir o curso, o aluno deverá ter construído diversas competências, dentre elas: “contextualizar a aplicação das ações éticas aos campos do direito constitucional e legislação ambiental”.

Finalmente, como diretriz formativa geral, ao apresentar o enfoque pedagógico da educação profissional, os planos de curso explicitam que a organização do processo de aprendizagem estimula a investigação e a solução de problemas, de modo que a problematização, a interdisciplinaridade e a contextualização constituem ferramentas básicas para a construção das habilidades e atitudes relacionadas às competências requeridas pelo currículo.

Para este trabalho, ressaltam-se dois enfoques pedagógicos: Fortalecimento das competências relacionadas à Gestão de Energia, Eficiência Energética e Energias Renováveis e Fortalecimento das competências relacionadas à Saúde e Segurança do Trabalho e Meio Ambiente. O primeiro visa o desenvolvimento de competências-chave relacionadas à interpretação e aplicação da legislação e das normas técnicas referentes ao fornecimento, à qualidade e à eficiência de energia e impactos ambientais; entre outros. O segundo propõe desenvolver competências-chave relacionadas à análise e aplicação da legislação, das normas técnicas e de procedimentos referentes à identificação de riscos e prevenção de acidentes e doenças do trabalho e de impactos ambientais.

Tais elementos, embora não configurem uma abordagem conceitual aprofundada sobre as estratégias de conservação, preservação ou restauração, podem servir como ponto de partida para reflexões críticas sobre responsabilidade socioambiental no contexto profissional.

A existência de eixos temáticos voltados à legislação ambiental, à sustentabilidade e à mitigação de impactos ambientais, mesmo quando tratados sob a lógica corporativa, demonstra que há uma base normativa minimamente presente na formação técnica. Essa estrutura, embora insuficiente para garantir uma

compreensão conceitual aprofundada, ajuda a explicar por que alguns estudantes demonstram familiaridade com aspectos legais e decisórios relacionados à proteção ambiental.

No entanto, ainda que o curso apresente uma base conceitual que, potencialmente, poderia favorecer maior reflexão conceitual sobre as estratégias de manejo ambiental, os dados desta pesquisa indicam que essa base não tem sido mobilizada de forma eficaz. A ausência de apropriações conceituais consistentes por parte dos estudantes sugere que essas referências, embora presentes, não são suficientes para consolidar compreensões corretas sobre os fundamentos que distinguem preservação, conservação e restauração.

Após todas as análises, quantitativas e documentais, a investigação avançou para a etapa de entrevistas semiestruturadas. Como já apresentado, a adoção desta técnica de coleta de dados insere-se no escopo da triangulação metodológica (PATTON, 2002), a fim de ampliar a robustez interpretativa da pesquisa ao integrar diferentes fontes de informação e perspectivas analíticas.

Para as entrevistas, foram convidados os dois professores de Biologia atuantes na ETEC investigada — representando a totalidade do corpo docente da área naquele ano letivo — com o intuito de compreender, a partir de suas experiências e concepções, como os conteúdos e as práticas pedagógicas relacionados aos conceitos de conservação da biodiversidade, preservação da biodiversidade e restauração ambiental são abordados no contexto escolar.

Com o devido cuidado ético quanto à preservação da identidade dos participantes, os professores entrevistados serão identificados neste estudo como PE1 e PE2 (Professores da ETEC 1 e 2). De forma individual e em datas distintas, a ambos foi apresentado, no início da entrevista, o propósito da pesquisa, bem como seus objetivos e o papel da pesquisadora. O primeiro questionamento foi sobre a atuação dos docentes na instituição.

Os dois professores lecionam para as três séries do Ensino Médio (1^a, 2^a e 3^a séries), o que reforça a relevância de suas percepções para a análise desta pesquisa. PE1 destacou sua longa trajetória no magistério, mencionando que vivenciou diversas reformas curriculares ao longo de sua carreira.

Em relação à implementação da BNCC e do Novo Ensino Médio, expressou uma postura crítica e resistente às mudanças, demonstrando insatisfação com as novas diretrizes e com as exigências pedagógicas impostas. Contudo, suas críticas

não foram acompanhadas de sugestões ou alternativas práticas para enfrentar os desafios decorrentes dessas transformações, o que revelou adesão a um modelo tradicional de ensino.

Por exemplo, quando questionada sobre as possíveis estratégias para incentivar a reflexão dos estudantes, PE1 explicou: “a gente trabalha com textos mesmo. A gente pode até trazer um texto, uma notícia para a sala de aula, mas eu sigo o material didático. Faço o que está lá”.

Assim, ao abordar suas metodologias de ensino, PE1 afirmou que não costuma adotar estratégias didáticas diferentes ou metodologias ativas. Segundo a participante, a rigidez do currículo atual — descrito como “muito engessado” — limitaria significativamente a possibilidade de experiências pedagógicas diferenciadas.

O conteúdo da BNCC já é bem enxuto. O currículo da ETEC, por ser integrado com o técnico, é ainda mais enxuto, pois parte da carga horária é disponibilizada às disciplinas técnicas.

Como o currículo é engessado, não dá para você estar pegando outros assuntos para estar acrescentando em sala de aula. Engessado porque você tem um currículo, por exemplo, para dois anos. É muita coisa, é muito conteúdo para trabalhar em apenas dois anos. Então tem conteúdo que não tem... Você não trabalha ele. Eu tenho que ter essa noção que não dá tempo (PE1).

Com base na entrevista realizada com PE2, foi possível traçar um perfil docente marcado por sólida experiência profissional e ampla formação em Biologia. Além de outras Instituições de Ensino e da ETEC em questão, faz-se relevante a apresentação da atuação do docente na ETEC do município de Iguape, região caracterizada por áreas de grande interesse ecológico e de manejo ambiental, o que conferiu ao PE2 um repertório significativo sobre práticas relacionadas à proteção ambiental e uso sustentável de recursos naturais.

De forma objetiva, PE2 apresenta a importância da ETEC: “o Centro Paula Souza é um laboratório curricular. Inclusive para os Institutos Federais: há várias diretrizes que surgiram aqui e depois foram para lá. O Centro Paula Souza tem um catálogo de cursos muito amplo. É a maior instituição de ensino técnico da América Latina”.

Paralelamente à fala de PE2, os documentos dos planos de cursos analisados nesta pesquisa indicam que a pertinência da elaboração de um currículo adequado às demandas do mercado de trabalho, à formação profissional do aluno e aos

princípios contidos na LDB e outras legislações pertinentes, levou o Centro Paula Souza a instituir o “Laboratório de Currículo”.

O Laboratório tem como finalidade atualizar, elaborar e reelaborar os Planos de Curso das Habilitações Profissionais ofertadas pelas ETECs, tomando como referência as legislações federais e estaduais que estabelecem diretrizes e bases da Educação, bem como pesquisas autônomas e a identificação das demandas do mercado de trabalho.

Apesar da importância, PE2 manifesta um olhar crítico quanto à fragmentação dos planos de curso e às constantes reformulações, que, segundo ele, contribuem para a descontinuidade e a superficialidade dos conteúdos.

Cada plano de curso tem um número. Então, vai começar uma turma, o estudante inicia no Plano de curso X. Vai começar outra turma, o novo estudante é de um novo plano de curso.

Então, é o mesmo curso, mas com planos de curso diferentes. E, neles, às vezes, têm carga horária diferentes. Então a gente tem um monte de grade curricular com carga horária diferente (PE2).

O professor também demonstrou preocupação com os impactos das reformas curriculares sobre a formação dos estudantes, especialmente após a implementação da BNCC e do Novo Ensino Médio, ressaltando que a redução da carga horária dedicada à Biologia levou a uma perceptível queda na compreensão dos conceitos biológicos por parte dos alunos:

Antes a gente tinha Biologia nas três séries do Ensino Médio e agora a gente não tem mais. Agora só tem em duas séries, então a gente perdeu $\frac{1}{3}$ da carga horária. É bastante coisa. Você fica com menos tempo para trabalhar o conteúdo e não só o conteúdo... Para ter uma abordagem mais legal, e dar conta de todos os níveis de entendimento da Biologia, fica mais difícil.

Já faz seis ou sete anos da reforma, mas o que eu percebi nesse período em que a reforma vêm sendo instaurada é que o conhecimento geral dos estudantes do Ensino Médio vêm diminuindo sobre a Biologia... Os conceitos biológicos... Está ficando pior. Eles estão entendendo menos a Biologia (PE2).

Com relação à autonomia docente, PE2 adota uma postura ambivalente: reconhece que, formalmente, há liberdade para explorar abordagens pedagógicas diversas, mas considera que temas considerados polêmicos são, muitas vezes, evitados devido ao receio de retaliações ou resistências culturais. Essa percepção leva o docente a adotar uma prática mais convencional, restrita aos conteúdos previstos nos planos de curso, deixando discussões mais críticas e reflexivas para momentos informais ou extracurriculares.

Na prática você tem autonomia. Vai mais de vocação, interesse, dedicação... Você tem que cumprir o que está lá [referindo-se ao plano de curso] e o que você fizer a mais é um plus. Depende de você.

Claro que tem autonomia, claro que tem. É que se você trouxer temas polêmicos... Você tem uma diversidade de todos os tipos de conduta humana. Então você vai trazer temas polêmicos, como sexualidade, religião, imigração, costumes de povos... Você está pedindo para ter problemas, né?

Então, assim, dentro da Biologia, pra quê que eu vou trazer esses temas? Eu poderia, mas, com certeza, eu teria algum problema...

A gente tem autonomia, o plano de curso é só um mínimo (PE2).

Adentrando aos temas da pesquisa, ao serem apresentados aos dados quantitativos e às discussões sobre as respostas esperadas, contempladas ou não pelos estudantes, os professores entrevistados compartilharam suas percepções e vivências.

PE1 explicou que os conceitos “Conservação da Biodiversidade”, “Preservação da Biodiversidade” e “Restauração Ambiental”, não são diferenciados durante as suas aulas. Segundo seu relato, não há materiais didáticos ou diretrizes curriculares específicas que orientem essa distinção conceitual.

A professora apresenta que todo o conteúdo relacionado à proteção ambiental, de forma geral, é tradicionalmente inserido no eixo temático da Ecologia e afirma que, majoritariamente, utiliza o termo “preservação” para se referir a todas as estratégias de manejo ambiental.

Percebeu-se, entretanto, que PE1 indicou limitações quanto à distinção conceitual entre os termos. Ao longo da entrevista, suas respostas mostraram-se, em diversos momentos, genéricas ou mesmo sobrepostas, não deixando evidente um entendimento aprofundado ou diferenciado desses conceitos.

Por outro lado, PE1 compartilhou com a pesquisadora, utilizando de sua autonomia pedagógica, algumas das adaptações que realiza em seus planos de aula, com o intuito de tornar suas aulas mais coerentes com seu planejamento e mais significativas para os estudantes – principalmente em torno de temas como citologia e evolução.

A docente também demonstrou reconhecer a importância de tratar de sustentabilidade e proteção ambiental em sala de aula, ainda que de forma não sistematizada conceitualmente; explicando que os impactos decorrentes do uso descontrolado do ambiente constituem a temática mais frequentemente discutida com os estudantes.

PE2 demonstrou pleno domínio dos conceitos de preservação, conservação e restauração, entendendo todas as distinções conceituais e, inclusive, destacando momentos do currículo estadual em que essas diferenciações são explicitadas. Em suas palavras:

PE2: *Essa [apontando para “preservação”] vai impedir a presença humana, né? E a conservação é o uso sustentável... É a presença humana ali. Restauração é a tentativa de retornar o ambiente para o estado mais próximo do que era”.*

O docente explica que esses conceitos são tratados em momentos específicos do conteúdo, cada um deles de forma distinta. Para Preservação da Biodiversidade são apresentadas teorias relacionadas às Unidades Conservação de Proteção Integral; para Conservação da Biodiversidade são apresentadas Unidades de Conservação que permitem o uso sustentável e o conceito de Sustentabilidade; por fim, para Restauração Ambiental, são abordados referenciais que tratam de sucessão ecológica, corredor ecológico e efeito de borda.

Entretanto, ao discutir os resultados da Figura 14 com PE2, a qual apresenta os resultados relativos à assertiva 1 (que trata da diferenciação entre conservação e preservação), o docente expressou uma visão mais relativizada sobre a aplicação desses termos:

É, mas, na verdade... Se for ver, assim, na prática... É sinônimo, né? Porque, às vezes, a preocupação que a gente tem, como biólogo, não é a preocupação que todo mundo tem.

Isso aí [a diferenciação entre os conceitos] é uma nota de rodapé, né?

Quem é que vai pesquisar esse tipo de coisa? Acadêmicos, né? Acadêmicos – que se preocupam com essa questão que ninguém mais se preocupa.

Preservação e conservação... Tanto faz! O importante é ter o uso sustentável (PE2).

Essa declaração revela uma possível tensão entre o conhecimento técnico-científico e sua aplicação pedagógica, evidenciando, portanto, o desafio apontado pela Teoria da Transposição Didática (Chevallard, 1991).

Ainda que o professor reconheça academicamente as diferenciações conceituais entre os conceitos-chave abordados por esta pesquisa, sua prática revela entraves na recontextualização desses conhecimentos de forma crítica e significativa aos estudantes.

De acordo com Chevallard (1991), a Transposição Didática envolve processos de descontextualização e recontextualização do saber sábio (acadêmico), exigindo que o conhecimento científico passe por uma “roupagem didática” para tornar-se ensinável. No caso de PE2, observa-se uma lacuna entre o saber a ensinar — construído a partir do saber sábio — e o saber efetivamente ensinado, já que a transformação pedagógica desse conteúdo parece não se concretizar de forma intencional.

Assim, a contradição entre o domínio teórico demonstrado por PE2 e a forma como compreende (ou relativiza) sua aplicação em sala de aula revela a importância de se refletir criticamente sobre o papel docente na mediação entre ciência e ensino. É fundamental que os professores não apenas dominem os conteúdos científicos, mas também mobilizem estratégias didáticas que tornem esses saberes acessíveis (Alves Filho, 2000), conectando-os à realidade dos estudantes e à construção de uma cidadania crítica e informada.

Em seguida, ao ser provocado a refletir sobre os caminhos possíveis entre os conhecimentos conceituais e a ação ambiental efetiva por parte dos estudantes, PE2 demonstrou ceticismo quanto à capacidade transformadora da teoria, sobretudo quando descolada da vivência cotidiana dos alunos.

Pesquisadora: *Diante de todas as teorias, todos os conceitos, o que é que vai realmente mobilizar os alunos para que ele saia da escola e atue de forma cidadã? Você entende que o conhecimento leva à ação?*

Segundo o professor, a internalização de valores ligados à preservação e à conservação ambiental depende menos do domínio terminológico e mais da inserção em contextos urbanos com qualidade ambiental. Para ele:

PE2: *É importante ter natureza por perto, ter árvore, ter parque. A consciência ambiental nasce da vivência, não da teoria.*

O docente compartilhou uma experiência pessoal como embasamento para sua visão crítica, relatando uma viagem a Barcelona:

Entre as avenidas, entre as faixas, tem uma linha de árvores. Aí você anda... A cada três quadras você chega num parque enorme, com água, vegetação, fauna... A natureza está integrada no cotidiano do indivíduo. O ambiente

urbano é limpo. Isso pra mim é preservação ambiental, isso pra mim é algo que vai trazer qualidade de vida para o indivíduo (PE2).

Na comparação com o cenário urbano brasileiro, PE2 manifestou frustração quanto à escassez de áreas verdes acessíveis e bem estruturadas. Apesar de reconhecer toda a biodiversidade brasileira, o docente aponta: “a biodiversidade está lá no Norte. Eu não tenho acesso a isso. Aqui em Bauru, você tem o Vitória Régia, o Horto Florestal, mas perto do que tinha lá em Barcelona... Não dá para comparar”.

Então, esse afastamento entre discurso ambiental e realidade vivida pelos estudantes, segundo PE2, compromete o engajamento dos jovens:

PE2: Você vai falar de preservação/conservação para um estudante que está indo e vindo da escola espremido em um ônibus que faz todo o seu trajeto soltando fumaça, no meio de uma rua fervendo, com calor intenso – justamente porque não tem árvore... Você acha isso certo? Não faz o menor sentido.

O docente também problematizou a ênfase em ações pontuais, como a reciclagem, considerando-as insuficientes diante da magnitude dos problemas ambientais. Citando o documentário “A História das Coisas”¹⁹, apontou:

Consciência ambiental do indivíduo não é, por exemplo, ele separar o lixo. Isso é o mínimo que tem que ser feito. Na verdade, não é nem uma questão de ser ambientalmente correto, é uma questão de civilidade, de ser cidadão. Só que não é isso que vai salvar o ambiente.

Teve aquele curta-metragem da Annie Leonard, “A História das Coisas”. O que ficou na minha cabeça desse material é que para produzir um quilo de lixo reciclado, outros setenta quilos de lixo foram produzidos.

Então, assim... Você consumir tudo isso... O consumismo desenfreado... Não adianta você reciclar, entendeu? (PE2)

Ao longo da entrevista, foi possível, então, perceber que PE2 demonstrava não apenas domínio teórico sobre os temas abordados, mas também apresentava um repertório consistente de referências, vivências e um posicionamento crítico frente às questões ambientais. Contudo, à medida que a conversa avançava, tornou-se evidente que tais elementos não eram compartilhados com os estudantes em sala de aula. Diante disso, a pesquisadora questionou:

¹⁹ Para maior conhecimento, apresentam-se:

SEMIL. **A História das Coisas**. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/a-historia-das-coisas/>. Acesso em 27/05/2025;

IDEC. **A História das Coisas**. Disponível em: https://www.idec.org.br/uploads/revistas_materias/pdfs/2008-08-ed124-culturaconsumerista.pdf. Acesso em 27/05/2025.

Pesquisadora: *Você realiza momentos de reflexão crítica com os alunos? Compartilha com eles materiais adicionais e promove discussões em sala de aula?*

PE2: *Eu, enquanto professor de Biologia, não faço esse tipo de discussão. Se alguém me procura, numa conversa informal, eu exponho meu ponto de vista... Minha visão de mundo, que é essa aí. Agora, enquanto professor de Biologia, eu trabalho os conceitos biológicos, entendeu? Alguns acabam chegando a essa reflexão.*

Pesquisadora: *Como esses alunos chegam a essa reflexão? Onde você entende que eles buscam informações?*

PE2: *Então, isso aí... Outra coisa que também é discutida desde quando eu estou me formando... Interdisciplinaridade. O professor não tem que fazer interdisciplinaridade pelo aluno. Isso daí é uma questão do entendimento do indivíduo, enquanto análise da realidade. Se ele perceber seu entorno, ele vai ter elementos para chegar a um entendimento crítico.*

Além disso, uma das justificativas apresentadas pelo professor para não estimular reflexões mais aprofundadas em sala de aula e não fomentar o pensamento crítico dos estudantes foi sua desconfiança em relação aos discursos ambientais predominantes. Em diversos momentos da entrevista, apresentou exemplos e refletiu sobre o quanto acredita que as intenções por trás de instituições e campanhas ecológicas estão pautadas por interesses políticos e econômicos: “é tudo muito enviesado”.

No entanto, o ceticismo manifestado por PE2 — segundo o qual o conhecimento conceitual seria impotente diante da ação cidadã — contrasta com abordagens que defendem o papel emancipador da Educação.

Krasilchik (2004) enfatiza o valor da mediação pedagógica na construção do conhecimento, articulando-o às práticas reflexivas e participativas em sala de aula. Em sua perspectiva, o conhecimento científico não deve ser tratado como um discurso distante, mas sim como ferramenta que problematiza conflitos socioambientais e conecta teoria e prática na vida dos estudantes.

Leff (2001, 2009), ao propor o “saber ambiental”, definido como um conhecimento situado, complexo e crítico que leva em consideração as diversas dimensões da relação entre sociedade e natureza, apresenta a relevância de se

considerar a diversidade de perspectivas e os interesses envolvidos nas ações que impactam e que são impactadas pelo ambiente e sociedade. Assim, tal saber inclui desde compreensões de processos ecológicos e biológicos até suas relações com fatores sociais, políticos, econômicos e culturais.

Ao implicar uma mudança de pensamento individual para o coletivo, nas palavras de Leff (2009, p. 18), o saber ambiental: "muda o olhar do conhecimento e com isso transforma as condições do saber no mundo na relação que estabelece o ser com o pensar, com o conhecer e o atuar no mundo".

Assim, o conhecimento conceitual, longe de ser um fim em si mesmo, representa uma ferramenta essencial na reorientação das práticas sociais e na construção de uma nova racionalidade ambiental (Leff, 2000, 2001) – a qual pode ser considerada o melhor caminho para a promoção de novos hábitos e costumes da sociedade (Leff, 2009).

Neste sentido, a seguinte fala de PE2 evidencia, de maneira explícita, sua descrença quanto ao potencial formativo do conhecimento escolar como motor de transformação social:

Às vezes, o que os pesquisadores têm de científico, de investigativo... Às vezes acaba se perdendo porque fica se preocupando com uma nota de rodapé [relacionando à analogia criada durante a análise da Figura 14] e não está atuando para mudar alguma coisa.

Por exemplo, a gente precisava ter uma série de árvores na cidade. Isso traz uma série de benefícios em relação ao microclima e até ao humor das pessoas. E a gente fica nessas discussões aí... (PE2)

Essa postura, ainda que marcada por uma preocupação legítima com a realidade urbana e socioambiental, revela uma compreensão restrita do papel da educação científica e reduz seu alcance à mera funcionalidade imediata, desconsiderando sua relevância crítica e emancipadora.

Então, a negação desse potencial revela não apenas uma limitação da prática pedagógica, mas também a urgência de resgatar a dimensão transformadora do saber; especialmente em temáticas relativas à Biologia, as quais possuem um papel central na discussão dos problemas contemporâneos (Krasilchik, 2004).

Retomando o foco em analisar as respostas dos estudantes, a pesquisadora apresenta a Figura 19, referente à assertiva 10 – que diferencia os conceitos de conservação e etnoconservação. Diante disso, PE2 reconhece a complexidade do tema e afirma compreender como natural o equívoco dos alunos frente a essa

distinção conceitual, considerando a ausência dessa temática nos planos de curso da disciplina de Biologia.

A pesquisadora, ao refletir junto ao docente sobre a importância da etnoconservação, busca compreender se discussões relacionadas às populações tradicionais, cuja presença é central para o entendimento da etnoconservação, são abordadas em sala de aula e integradas aos conteúdos de Biologia:

Pesquisadora: Você relaciona, em algum momento, discussões sobre populações tradicionais quando apresenta conceitos sobre proteção ambiental? Apresenta o uso sustentável sob a perspectiva dessas populações? Como é essa abordagem?

PE2: Não, a gente não fala de populações tradicionais não. Quando eu comecei lá na ETEC de Iguape, aí sim. Porque lá tem a estação ecológica da Juréia, que tem moradores... E tinha uma discussão muito forte, porque por ser uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, os moradores nem conseguiam reformar a casa deles, por exemplo. Com essa necessidade, eles [referindo-se aos órgãos públicos] acabaram criando um mosaico de Unidades de Conservação... Foi revisto o Plano Diretor da Unidade de Conservação e mudou bastante. Então lá era muito presente essa discussão. E aí, lá na região tinha os caiçaras, né? Eles possuem bastante influência indígena. Eu me interessava bastante por esse assunto e a gente abordava em sala de aula... Mas, aqui é urbano. É descolado, né?

Compreende-se, então, que, por considerar a realidade de outro município como distante da vivência cotidiana dos estudantes do município de Bauru, PE2 opta por não compartilhar com os alunos seu amplo repertório de experiências anteriores.

Contudo, considerando os apontamentos de Chassot (2003) e Alves e Pretto (2011), a escola deve constituir-se como um espaço de produção de cultura e conhecimento, articulado com a realidade próxima dos estudantes, mas também com outras possibilidades de mundo. Além disso, a curiosidade, o interesse e a descoberta devem ser elementos centrais da prática educativa, visto que sua ausência pode inibir aprendizagens em vez de favorecê-las (Gadotti, 1999).

Em um mundo profundamente conectado pelas mídias digitais, a experiência do outro — mesmo geograficamente distante — pode ser acessada e compartilhada em tempo real, permitindo que múltiplas realidades sejam integradas ao processo formativo.

Nesse sentido, Chassot (2003) enfatiza que formar cidadãos não se restringe à transmissão de conteúdos, mas envolve proporcionar experiências significativas, transpostas do cotidiano para a sala de aula, incorporando vivências à aprendizagem e, pois, levando o aprendido para novas vivências; o que proporciona a mobilização de estudantes para a ação crítica e transformadora.

Por fim, embora PE2 revele conhecimento pleno sobre as estratégias de proteção ambiental e tenha um grande repertório para compartilhar vivências com os estudantes, sua postura concentra-se ao tratamento técnico e conceitual dos conteúdos e aponta para uma atuação pedagógica pouco engajada com a promoção ativa da criticidade, da cidadania ambiental e da articulação entre teoria e prática.

Ainda que o plano de curso estabeleça como diretriz pedagógica “o desenvolvimento de competências e habilidades em torno de assuntos e problemas reais que requeiram aprendizagem de leis, conceitos e objetos de conhecimento (...)”, a prática docente observada não explora de forma consistente tais orientações.

Tal distância entre o prescrito e o efetivamente realizado pode refletir tanto condicionantes estruturais da prática pedagógica quanto um modelo de ensino que, mesmo competente no domínio técnico, acaba por restringir as oportunidades de reflexão crítica e de apropriação social dos conceitos.

Essa postura contribui para compreender, então, à luz dos resultados da pesquisa, o porquê estudantes demonstram compreensões fragmentadas ou imprecisas sobre as estratégias de proteção ambiental; visto que, em sala de aula, PE2 limita-se a uma neutralidade que pode, paradoxalmente, reforçar discursos hegemônicos e acríticos.

Autores como Harres (1999) e Delval (2001) advertem que posturas tradicionais de ensino, ao negligenciarem o papel da problematização e da criatividade no processo científico, contribuem para a construção de concepções equivocadas da ciência como um conjunto de verdades prontas e inquestionáveis.

Essa perspectiva empobrece o potencial formativo da Educação, especialmente diante de um cenário preocupante, como o evidenciado no Capítulo 2 | Biologia: Ciência, Disciplina & Ensino, pela publicação “Panorama de educação STEM no Brasil: Reflexões sobre a análise de dados e documentação bibliográfica” (British Council Brasil, 2023), a qual aponta que 51,7% dos estudantes do Ensino Básico apresentam apenas os níveis mais elementares de letramento científico.

Faz-se relevante, portanto, retomar Tardif (2010), que defende que um bom professor é aquele capaz de mobilizar diferentes saberes, técnicos, experienciais, curriculares e culturais, de forma integrada, conectando-se com os estudantes a partir de suas realidades. Para o autor, é no diálogo entre as vivências do docente e as experiências dos discentes que se constroem problemas e questões significativas, capazes de aproximar o conhecimento escolar das situações concretas da vida.

Essa abordagem não apenas favorece uma aprendizagem mais ativa, reflexiva e contextualizada, como também rompe com a transmissão unidirecional de conteúdos, transformando a sala de aula em espaço de construção conjunta do saber (Tardif, 2010).

CAPÍTULO 6

Conclusão

6. CONCLUSÃO

A presente investigação buscou compreender, de forma integrada, as concepções de Licenciandos em Ciências Biológicas e de estudantes do Ensino Médio integrado ao Técnico acerca das estratégias de proteção ambiental – “Preservação da Biodiversidade”, “Conservação da Biodiversidade” e “Restauração Ambiental” –, bem como analisar de que maneira essas concepções se articulam às práticas pedagógicas e diretrizes curriculares. A abordagem metodológica mista, com triangulação entre análise estatística, documental e entrevistas semiestruturadas com docentes dos níveis de ensino Superior e Básico, permitiu identificar não apenas lacunas conceituais persistentes, mas também os mecanismos pelos quais tais lacunas se perpetuam ao longo da trajetória escolar.

Assim, de forma geral, a predominância de respostas parciais nas assertivas indica que, embora os estudantes reconheçam a importância da proteção ambiental, não possuem clareza normativa e científica sobre os limites e propósitos específicos de cada abordagem.

Além disso, a análise revelou um padrão de respostas semelhante entre Licenciandos e estudantes da ETEC, indicando que dificuldades conceituais, como a confusão entre *preservação* e *conservação*, com sobreposição indevida de características de uma estratégia sobre a outra, ou a visão idealizada da *restauração* como retorno do ambiente degradado ao seu exato estado original, não se restringem a um nível de ensino específico.

Os dados de correlação reforçam essas conclusões ao indicar dissociações relevantes: estudantes que compreendem, ainda que parcialmente, um conceito, tendem a errar em outro intimamente relacionado, como no caso da confusão entre uso sustentável na conservação e na preservação. Essa oscilação aponta para uma aprendizagem não integrada, possivelmente decorrente de práticas pedagógicas que não promovem a articulação crítica entre os diferentes conceitos.

Verificou-se que, no curso de Licenciatura, os três conceitos centrais desta investigação aparecem de modo fragmentado e, em alguns casos, restritos a disciplinas de cunho mais técnico oferecidas preferencialmente no curso de Bacharelado. A ausência de referências diretas a marcos legais, como o SNUC (Lei nº 9.985/2000), nos planos de ensino evidencia uma lacuna na articulação entre conteúdo científico, fundamentos normativos e práticas pedagógicas. Na ETEC,

embora haja abertura para a discussão de temáticas ambientais, a abordagem conceitual é superficial e pouco sistematizada, o que pode contribuir para a manutenção das incompreensões observadas.

A etapa de entrevista com os docentes, principalmente PU (Professor da Universidade) e PE2 (Professor da ETEC), trouxeram elementos qualitativos cruciais para compreender o padrão de respostas dos estudantes de ambos os níveis de ensino.

As falas dos professores revelaram, por um lado, domínio conceitual por parte do entrevistado, capaz de articular definições científicas e normativas. Por outro lado, evidenciaram uma postura que tende a relativizar a importância da apropriação conceitual por parte dos estudantes.

PU evidencia clareza teórica, ao explicar e debater com a pesquisadora diversos dos conceitos relacionados à proteção ambiental, convergindo com diversas referências acadêmicas sobre o tema. Contudo, em sua prática, tende a aceitar que estudantes mantenham concepções de senso comum, sem necessariamente provocar a ruptura dessas ideias.

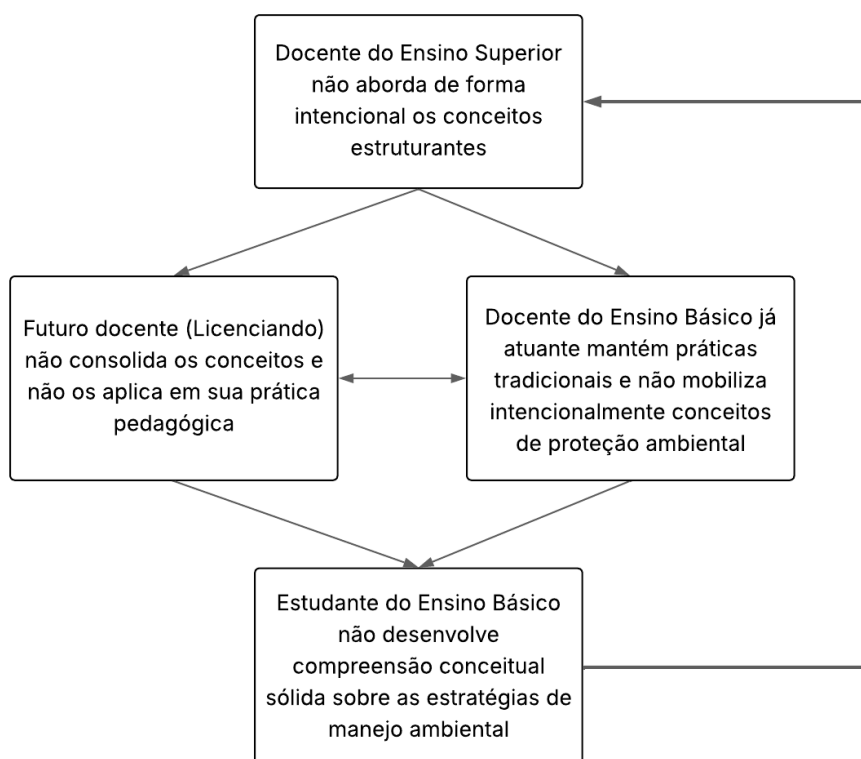
No caso de PE2, embora demonstre pleno conhecimento das distinções entre preservação, conservação e restauração, e possua um amplo repertório de experiências ligadas a diferentes ambientes, ele afirma que “na prática” – em sua prática – esses conceitos acabam sendo tratados como sinônimos, entendendo a diferenciação como “nota de rodapé” frente às preocupações cotidianas. Além disso, justifica não estimular reflexões mais profundas em sala de aula por acreditar que a consciência ambiental nasce da vivência, como ter contato cotidiano com áreas verdes, independente da teoria.

De forma geral, os docentes entrevistados evidenciaram que, mesmo quando há menção a tais estratégias em suas aulas, a abordagem dos conteúdos não é orientada por uma intencionalidade formativa voltada ao exercício da cidadania ambiental.

Essa postura aponta para a existência de um ciclo formativo que, em vez de corrigir equívocos, tende a reproduzi-los: o professor da universidade não forma, com intencionalidade, futuros docentes plenamente capazes de distinguir e aplicar tais conceitos; estes, por sua vez, ingressam na Educação Básica sem domínio conceitual sólido e, conseqüentemente, não compartilham com seus alunos tais conceitos estruturantes.

A Figura 24, a seguir, esquematiza tal ciclo.

Figura 24 - Representação da descontinuidade formativa no ensino de estratégias de manejo ambiental



Fonte: elaboração própria.

Esse ciclo, resulta, então, na limitação da formação cidadã ambiental das novas gerações, sendo um dos exemplos dessa limitação, a reprodução de discursos genéricos sobre sustentabilidade, frequentemente esvaziados de sentido ético e ecológico, observados nesta pesquisa.

Portanto, a lacuna pedagógica representada pela Figura 24 traduz-se, na prática, em ausência de problematização das ações humanas e suas consequências. Sem uma visão crítica que conecte atitudes individuais e coletivas a efeitos ambientais, os estudantes permanecem distantes de compreender o papel ativo que desempenham na manutenção ou destruição do equilíbrio socioambiental.

Se futuros professores, os licenciandos, não dominam as distinções conceituais entre as estratégias de manejo, como poderão se beneficiar dessas

normativas, aplicá-las de forma crítica ou, mais importante, orientar seus alunos para que também o façam?

Os resultados obtidos concordam, portanto, o pressuposto teórico de Enrique Leff de que a crise ambiental é, antes de tudo, uma crise do conhecimento. As evidências quantitativas, documentais e qualitativas convergem para a constatação de que a insuficiência conceitual, associada à ausência de intencionalidade pedagógica, compromete a construção de uma racionalidade ambiental capaz de integrar saberes científicos, culturais e sociais.

Essa constatação não se limita, entretanto, somente ao campo acadêmico ou magistral: a superação da crise conceitual exige também respaldo e direcionamento no plano político. Nesse sentido, a incorporação de dispositivos que incentivem a participação ativa, a problematização crítica, o papel da escola e a articulação entre teoria e prática, torna-se essencial para que a educação cumpra, de fato, seu papel transformador.

É nesse contexto que se apresenta a recente Lei nº 14.926/2024 (Brasil, 2024), que altera a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) para assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais, reforçando a centralidade da educação no enfrentamento da crise socioambiental.

Assim, a Lei inclui, em seu Art. 5º, inciso VIII:

o estímulo à participação individual e coletiva, inclusive das escolas de todos os níveis de ensino, nas ações de prevenção, de mitigação e de adaptação relacionadas às mudanças do clima e no estancamento da perda de biodiversidade, bem como na educação direcionada à percepção de riscos e de vulnerabilidades a desastres socioambientais (Brasil, 2024).

Em seu Art. 8º, inciso II-A:

o desenvolvimento de instrumentos e de metodologias com vistas a assegurar a efetividade das ações educadoras de prevenção, de mitigação e de adaptação relacionadas às mudanças do clima e aos desastres socioambientais, bem como ao estancamento da perda de biodiversidade (Brasil, 2024).

E, em seu Art. 10º, § 4º:

Será assegurada a inserção de temas relacionados às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade, aos riscos e emergências socioambientais e a outros aspectos referentes à questão ambiental nos projetos institucionais e pedagógicos da educação básica e da educação superior, conforme diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação, no uso de suas atribuições legais (Brasil, 2024).

Dessa forma, pode-se observar que essa normativa dialoga diretamente com as lacunas formativas identificadas nesta pesquisa, ao determinar a participação ativa da comunidade escolar, a criação de metodologias específicas e a inserção obrigatória de temas ambientais nos projetos pedagógicos. Tais diretrizes reforçam a necessidade de que a formação docente seja pautada por intencionalidade pedagógica, precisão conceitual e compromisso com a cidadania ambiental, garantindo que os conteúdos ultrapassem o currículo formal e se convertam em ações efetivas de proteção e manejo sustentável do meio ambiente.

Assim, à luz dos objetivos da pesquisa, conclui-se que:

1. Há necessidade de revisão curricular efetiva no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e na Educação Básica, com inserção sistemática, interdisciplinar e crítica das estratégias de manejo ambiental, com base nos marcos legais e nos referenciais científicos; articulando, assim, teoria, legislação e práticas pedagógicas.

2. As práticas educativas, nos níveis de ensino Superior e Básico, devem investir em metodologias problematizadoras capazes de confrontar concepções prévias inadequadas e promover a reconstrução crítica do conhecimento. Portanto, faz-se necessário uma formação docente inicial e continuada que valorize a intencionalidade pedagógica voltada à cidadania ambiental, evitando que as distinções conceituais permaneçam como mero conteúdo teórico descontextualizado.

3. É imprescindível promover a integração efetiva entre a formação científica e a formação pedagógica, de modo que os licenciandos desenvolvam não apenas domínio conceitual aprofundado, mas também competências didáticas que lhes permitam articular teoria e prática na abordagem da temática ambiental. Tal integração visa superar a reprodução acrítica de discursos genéricos, assegurando que o processo formativo prepare docentes capazes de contextualizar conceitos e promover o desenvolvimento de cidadãos críticos.

Por fim, este estudo evidencia que a superação das fragilidades conceituais diagnosticadas requer não apenas ajustes pontuais nos conteúdos, mas uma transformação mais ampla na lógica formativa, que promova a integração entre teoria e prática, ciência e legislação, ambiente e sociedade. Somente assim será possível formar educadores e cidadãos capazes de atuar como agentes de mudança frente aos desafios socioambientais contemporâneos.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2003.
- ALBUQUERQUE, B. P. **As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental**. 2007. 96 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, 2007.
- ALMEIDA, A. C. **Que razões para preservar a biodiversidade?** Resultados de uma investigação. I Congresso Internacional de Educación Ambiental dos Países Lusófonos e Galicia. 2009.
- ALVES FILHO, J. P. de. Regras da Transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, v. 17, n. 2, p. 174-182, 2000.
- ALVES, L. R. G.; PRETTO, N. Escola: um espaço de aprendizagem sem prazer? **Comunicação & Educação**, v. 16, 2011.
- ANDRADE, M. A. B. S. **A epistemologia da biologia na formação de pesquisadores**: compreensão sistêmica de fenômenos moleculares. 2011. 233 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2011.
- ANDRADE, M.A.B.S.; BRANDO, F.D.R.; MEGLHIORATTI, F.A.; JUSTINA, L.A.D.; CALDEIRA, A.M.A. Epistemologia da Biologia: uma proposta didática para o Ensino de Biologia. In: ARAÚJO, E.S.N.N.D.; CALUZI, J.J.; CALDEIRA, A.M.A. (org). Educação para Ciência 9 – **Práticas Integradas para o Ensino de Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2008. p.13-36.
- APPLE, M. W. **Ideologia e currículo**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 288 p.
- ARAÚJO, R. M. L.; FRIGOTTO, G. Práticas pedagógicas e ensino integrado. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 52, n. 38, p. 61-80, maio/ago. 2015.
- ARONSON, J. *et al.* Ecological restoration as a bridge between conservation and ecological science. **Ecological Restoration**, v. 24, n. 3, p. 183-192, 2006.
- AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 139-154, 2007.
- AYRES, A. C. M.; SELLES, S. E. História da formação de professores: diálogos com a disciplina escolar Ciências no Ensino Fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.14, n. 02 , p. 95-107, maio-ago 2012.
- BABBIE, E. **Métodos de pesquisas de Survey**. 2a reimpressão. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2003. 519 p.

BACHELARD, G. **O novo espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução: Estrela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 125 p.

BALVANERA, P.; PASCUAL, U.; CHRISTIE, M.; BAPTISTE, B. Chapter 1: The role of the values of nature and valuation for addressing the biodiversity crisis and navigating towards more just and sustainable futures. In: BALVANERA, P.; PASCUAL, U.; CHRISTIE, M.; BAPTISTE, B. (ed.). **Methodological Assessment Report on the Diverse Values and Valuation of Nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services**. IPBES secretariat, Bonn, Germany, p. 1-35. 2022.

BAPTISTA, M. N.; CAMPOS, D. C. **Metodologias de Pesquisa em Ciências**: análises quantitativa e qualitativa. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 299 p.

BENTO, R. F.; SANTOS, J. R. A importância do ensino de ciências nos anos iniciais da educação básica. **Revista Educação Pública**, v. 30, n. 1, p. 1-15, 2022.

BIGGS, R.; DE VOS, A.; PREISER, R.; CLEMENTS, H.; MACIEJEWSKI, K. S. M. **The Routledge Handbook of Research Methods for Social-Ecological Systems**. Ed. Routledge, 2022, 526 p.

BITTENCOURT, C. M. F. Disciplinas escolares: história e pesquisa. In: OLIVEIRA, M. A. T. de; RANZI, S. M. F. (Orgs.). **História das disciplinas escolares no Brasil**: contribuições para o debate. Bragança Paulista: EDUSF, 2003.

BOFF, L. **Sustentabilidade**: o que é – o que não é. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017. 200 p.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto, Portugal: Editora Porto, 1994. 336 p.

BRANCO, E.; BRANCO, A.; IWASSE, L.; ZANATTA, S. O ensino de ciências no Brasil: dilemas e desafios contemporâneos. **Revista Valore**, n. 3. p. 714-725, 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CES nº 1301/2001, de 6 de novembro de 2001**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. Brasília: Ministério da Educação, 2001. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2001/pces1301_01.pdf. Acesso em 05/04/2025.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em 25/03/2025.

BRASIL. **Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998**. Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Brasília, 17 mar. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2519.htm. Acesso em 27/03/2025.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em 18/04/2025.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, Diretrizes e bases da educação nacional, de 20/12/1996. Brasília: Editora do Brasil, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 10/01/2024.

BRASIL. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 09 fev. 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.741, de 16 de julho de 2008**. Altera dispositivos da Lei nº 9.394. Brasília, 17 jul. 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11741.htm. Acesso em: 02/03/2025.

BRASIL. **Lei nº 13.415**, de 16 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre a reforma do ensino médio brasileiro, Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: 03 mar. 2024.

BRASIL. **Lei nº 14.926, de 17 de julho de 2024**. Altera a Lei nº 9.795. Brasília, 18 jul. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L14926.htm. Acesso em 23/07/2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 05 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - Proposta preliminar**. 2ª versão revista em abril. Brasília, Distrito Federal, abril de 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Carta da Terra**. Portal Educação Ambiental — Política Nacional de Educação Ambiental: Documentos Referenciais, Brasília, 2000. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/educacao-ambiental/pol%C3%ADtica-nacional-de-educac%C3%A7%C3%A3o-ambiental/documentos-referenciais/item/8071-carta-da-terra.html>. Acesso em: 17 fev. 2021.

BRASIL. Secretaria de Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente e Saúde**. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro091.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2024.

BRITISH COUNCIL BRASIL. **Panorama de educação STEM no Brasil**: reflexões sobre a análise de dados e documentação bibliográfica. 1. ed. São Paulo, SP: British Council Brasil, 2023. 44 p.

BRITO, B. L.; BRITO, D. M. C.; SOUZA, E. A. Pressupostos teóricos de proteção da natureza. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, Macapá, n. 7, p. 141-147, 2015.

BRÜGGER, P. **Educação ou adestramento ambiental?** Florianópolis: Letras Contemporâneas, 1994. 142 p.

CALDEIRA, A. M. A. **Diagnóstico sobre processos de conhecimento causal sobre os fenômenos biológicos em alunos de Licenciatura em Ciências Biológicas**. Projeto. Processo CNPQ n° 471773/2011-5. 2011.

CALDEIRA, A. M. A. **Didática e Epistemologia da Biologia**. Introdução à Didática da Biologia. CALDEIRA, A. M. A.; DE ARAÚJO, E. S. N. N. (orgs). Escrituras, 2009. 304 p.

CAMARGO, E. P; VIVEIROS, E. R. **Ensino de Ciências e Matemática num ambiente inclusivo: pressupostos didáticos e metodológicos**. In: SEMANA DA LICENCIATURA EM MATEMÁTICA, 18., 2006, Bauru. Atas [...]. Bauru, 2006.

CAMPOS, F. Reforma do ensino secundário: exposição de motivos. Rio de Janeiro, 1931. In: BICUDO, J. C. **O ensino secundário no Brasil e sua atual legislação (de 1931 a 1941 inclusive)**. São Paulo: José Magalhães, 1942.

CANGUILHEM, G. Estudios de historia y de filosofía de las ciencias. Buenos Aires: **Amorrortu**, 2009. 464 p.

CARSON, R. **Silent Spring**. Boston: Houghton Mifflin, 1962. 368 p.

CASSAB, M.; SELLES, S. E.; SANTOS, M. C. F. dos; TAVARES, D. L. Análise de compêndios didáticos: tensões entre forças de estabilidade e mudança na história da disciplina escolar biologia (1963-1970). **Revista Teias**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 241-263. 2012.

CATALOGUE OF LIFE. Monthly Release May 2025. Weesp, 13 mai. 2025.
Catalogue of Life. Disponível em:
<https://www.catalogueoflife.org/2025/05/13/release>. Acesso em: 13 mai. 2025.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, 2003.

CHERVEL, A. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. **Teoria & Educação**, São Paulo, v. 2, p. 177-229, 1990.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique, 1991. 196 p.

CHIZZOTTI, A. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 16, n. 2, pp. 221-236, 2003.

CLEWELL, A.; ARONSON, J. **Ecological Restoration: Principles, Values, and Structure of an Emerging Profession**. Island Press, 2007. 303 p.

CORAZZA, S. M. Base Nacional Comum Curricular: apontamentos crítico-clínicos e um trampolim. **Educação**, v. 39, n.4, 2016.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 608 p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990. 207 p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002. 364 p.

DELVAL, J. **Aprender na vida e aprender na Escola**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2001. 128 p.

DIAS, B. F. S. A implementação da Convenção sobre diversidade biológica no Brasil: desafios e oportunidades. In: **Biodiversidade: perspectivas e oportunidades tecnológicas**. Workshop. Fundação tropical de pesquisas e tecnologia. Campinas: Fundação André Tosello, 1996.

DIEGUES, A. C. Conhecimentos, práticas tradicionais e a etnoconservação da natureza. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 50, p. 116-126. 2019.

DIEGUES, A. C. **Etnoconservação: Novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos**. 2 ed. São Paulo: NUPAUB - USP: Hucitec: Annablume, 2000. 290 p.

DINIZ-PEREIRA, J. E. A prática como componente curricular na formação de professores. **Revista do Centro de Educação**, v. 36, n. 2, p. 203-218. 2011.

DUARTE, S. M. **Os impactos do modelo tradicional de ensino na transposição didática e no fracasso escolar**. 2018. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2018.

EL-HANI, C. N. **Notas sobre o Ensino de História e Filosofia da Biologia na Educação Superior**. In: Roberto Nardi. (Org.). **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: Alguns Recortes**. 1ª ed. São Paulo: Escrituras, 2007, v. 1, p. 293-315.

ENSP/Fiocruz (ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA SERGIO AROUCA). Relação entre características ambientais e evolução gera debate. Rio de Janeiro, 4 jul. 2024. **Informe ENSP**. Disponível em: <https://informe.ensp.fiocruz.br/noticias/33529>. Acesso em: 18 nov. 2024.

FIELD, A. P. **Discovering Statistics Using SPSS**. 3ª ed. London: SAGE Publications, 2009. 854 p.

FIORILLO, C. A. P. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 9ª ed. São Paulo: Saraiva, 2008. 641 p.

FISCHER, H. E.; BOONE, W. J.; NEUMANN, K. Quantitative Research Designs and Approaches. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. **Handbook of research on science education**, p. 18-53. 2006.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Tradução: George Otte e Mariana Camilo de Oliveira. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010. 205 p.

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes**. Tradução: Magda Lopes. Porto Alegre: Penso, 2013. 256 p.

FORQUIN, J. C. As abordagens sociológicas do currículo: orientações teóricas e perspectivas de pesquisa. **Educação & Realidade**, v. 1, n. 21, p. 187-198, jan./jun. 1996.

FORQUIN, J. C. **Escola e Cultura**: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar. Tradução: Guacira Lopes Louro. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1993. 208 p.

FORQUIN. **Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais**. Teoria e Educação. Porto Alegre. n. 05, p. 28-49. 1992.

FRACALANZA, H. Histórias do ensino de Biologia no Brasil. In: SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.; BARZANO, M.; SILVA, E. P. Q. E. **Ensino de Biologia**: histórias, saberes e práticas formativas. 1. ed. Uberlândia: EdUFU, p. 25-48. 2009.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: Um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158-171, jan./abr. 2018.

FREITAS, N. C.; ROMEU, M. C.; BARROSO, M. C. S. Análise crítica das reformas curriculares do Ensino Médio: implicações para o ensino de Ciências da Natureza. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 40, e94740, 2024.

FRIGOTTO, G. A relação da educação profissional e tecnológica com a universalização da Educação Básica. **Educ. Soc.**, Campinas, vol. 28, n. 100 - Especial, p. 1129-1152, out. 2007.

GADOTTI, M. **Convite à leitura de Paulo Freire**. São Paulo: Scipione, 1999. 175 p.

GADOTTI, M. **Fórum Mundial de Educação**: pro-posições para um outro mundo possível. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, Cidadania Planetária; 1, 2009. 143 p.

GADOTTI, M. **Escola vivida, escola projetada**. Campinas: Papirus, 1992. 169 p.

GAGLIARDI, R. Los Conceptos Estructurales en el Aprendizaje por Investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p. 30-35, 1986.

GANEM, R. S.; DRUMMOND, J. A. Biologia da conservação: as bases científicas da proteção da biodiversidade. In: GANEM, R. S. **Conservação da biodiversidade**: legislação e políticas públicas. 2. ed. Brasília, DF: Edições Câmara, Série Memória e Análise de Leis, p. 11-46. 2011.

GARCÍA CRUZ, C. M. De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 323-330, 1998.

GARCIA, J. Indisciplina, incivilidade e cidadania na escola. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 121-130, dez. 2006.

GASDA, É. E. Para uma Ética da Sustentabilidade. **Perspectiva Teológica**, Belo Horizonte, v. 42, n. 116, 2010.

GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. S. **Professores**: aspectos de sua profissionalização, formação e valorização social. Relatório de pesquisa. Brasília, DF: UNESCO, 2009.

GEO BRASIL. **Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. Organizado por Thereza Christina Carvalho Santos e João Batista Drummond Câmara. Brasília: Edições IBAMA, 2002. 440 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2019. 230 p.

GOODSON, I. F. **A construção social do currículo**. 1ª ed. Lisboa: EDUCA, 1997. 111 p.

GOODSON, I. F. **Currículo**: teoria e história. 15ª ed. Tradução: Atílio Brunetta. Petrópolis, RJ: Vozes, 2018. 160 p.

GRAMOWSKI, V. B.; DELIZOICOV, N. C.; MAESTRELLI, S. R. P. O livro didático: a fragmentação dos conteúdos das ciências naturais. **Revista de Ensino de Biologia da SBenBio**, jul. 2014.

HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.

HOFSTATTER, L. J. V. Formas de conhecer a Biodiversidade. In: OLIVEIRA, H. T. de; TULLIO, A. D.; FIGUEIREDO, A. N.; HOFSTATTER, L. J. V.; JARED, V. G.; MARTINS, C.; OLIVEIRA, S. M. de; SANTOS, S. A. M. dos; THIEMANN, F. T.; VALENTI, M. W. **Educação ambiental para a conservação da biodiversidade**: animais de topo de cadeia. Universidade de São Paulo. Centro de Divulgação Científica e Cultural, 2016.

HONGYU, K., SANDANIELO, V. L. M., OLIVEIRA JUNIOR, G. J. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S - Engineering and Science**, v. 1, n. 5, 2016.

HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE atualiza estatísticas das espécies ameaçadas de extinção nos biomas brasileiros. Site. **Agência de Notícias do IBGE**, Rio de Janeiro, 24 maio 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/36972-ibge-atualiza-estatisticas-das-especies-ameacadas-de-extincao-nos-biomas-brasileiros>. Acesso em: 27 jul. 2023.

IPBES. **The global assessment report on biodiversity and ecosystem services**: summary for policymakers. Bonn: IPBES Secretariat, 2019. Disponível em: https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/inline/files/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf. Acesso em: 06/04/2025.

JACOB, F. **A lógica da vida: uma história da hereditariedade**. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1983. 328 p.

JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189–205, 2003.

JACOBI, P. R. Meio ambiente e sustentabilidade. In: JACOBI, P. R. **O município no século XXI: cenários e perspectivas**. São Paulo: CEPAM, 1999. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001044279>. Acesso em: 10 jul. 2023.

JACOMINI, M. A. Novo Ensino Médio na prática: a implementação da reforma na maior rede de ensino básico do país. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 16, n. 35, p. 267-283, mai./ago. 2022.

JULIA, D. Disciplinas escolares: objetivos, ensino e apropriação. In: LOPES, A. C. (org.). **Disciplinas e integração curricular: histórias e políticas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

JUSTINA, L. A. D. **Investigação sobre um grupo de pesquisa como espaço de formação inicial de professores e pesquisadores de Biologia**. 2011. 222 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2011.

KINDEL, E. A. I. **A docência em CIÊNCIAS NATURAIS: construindo um currículo para o aluno e para a vida**. Porto Alegre: Editota Edelbra, 2012. 128 p.

KIRCHOF, E. R.; WORTMANN, M. L. C.; BONIN, I. T. Lições de sustentabilidade em um jornal brasileiro. **Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.** ISSN 1517-1256, v. 27, 2011.

KOVALESKI, A.; PILATTI, L. A. **Ferramenta freeware para a realização do cálculo do Coeficiente Alpha de Cronbach**. Ponta Grossa: Fundação Araucária, 2010. 10 p.

KRASILCHIK, M. Inovação no ensino das ciências. In: GARCIA, W. E. (Coord.). **Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, p. 164-180, 1989.

KRASILCHIK, M. **O ensino de biologia em São Paulo: fases de renovação**. São Paulo, 1972. 194 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 1987. 80 p.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4ª ed. São Paulo: Editora da USP, 2008. 197 p.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: EDUSP, 2004. 197 p.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidades: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KRÜGER, V.; HARRES, J. B. S. **Concepções prévias de professores de ciências sobre ensino: referentes para a evolução de seus conhecimentos**

profissionais. In: II Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências, Campinas, 1999. Disponível em:

<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/A55.pdf>. Acesso em 14 jan. 2016.

LANDIM, M. F.; DINIZ, R. S.; SANTANA, S. É. C. **Análise dos conteúdos de Biologia na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL "EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE", 2017, São Cristóvão. Anais eletrônicos... São Cristóvão: EDUCON, 2017. Disponível em: http://anais.educonse.com.br/2017/analise_dos_conteudos_de_biologia_na_base_nacional_comum_curricul.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

LAURANCE, W.; CAMARGO, J.; LUIZÃO, R.; LAURANCE, S.; PIMM, S.; BRUNA, E.; STOUFFER, P.; WILLIAMSON, G. BENÍTEZ, J.; VASCONCELOS, H.; VAN HOUTAN, K.; ZARTMAN, C.; BOYLE, S.; DIDHAM, R.; ANDRADE, A.; LOVEJOY, T. The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. **Biological Conservation**, v. 144, n. 1, p. 56-67, jan. 2011.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I. L. Interdisciplinaridade em Ensino de Ciências e de Matemática no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 399-420, 2007.

LEBART, L.; MORINEAU, A.; FÉNELON, J. P. **Traitement des Données Statistiques; Méthodes et Programmes**. 2ª ed. Paris: Dunod. 1977.

LEBRUN, G. **Da ideia da epistemologia**. In: A filosofia e sua história. São Paulo: Cosac Naify, p. 129-144. 2006.

LEFF, E. **A complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003. 344 p.

LEFF, E. **Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental**. 1ª ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2009. 440 p.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2002. 240 p.

LEFF, E. **Discursos Sustentáveis**. 1ª ed. São Paulo: Cortez, 2010. 296 p.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 11ª ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2001. 496 p.

LEITE, L. M. O. R.; GRADELA, A. O ensino de ciências e a educação científica como suporte para a formação cidadã no ensino médio. **REVASF**, v. 7, n. 14, p. 04-14, dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/63/68>. Acesso em: 13 nov. 2022.

LÉVÊQUE, C. **A biodiversidade**. Bauru, SP: Editora da Universidade do Sagrado Coração, EDUSC, 1999.

LIBÂNEO, J. C. Didática e trabalho docente: a mediação didática do professor nas aulas. In: LIBÂNEO, J. C. **Didática: Velhos e novos temas**, p. 4-14. 2011.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, [S. I.], v. 22, n. 140, 1932.

MAHECHA, M. D.; BASTOS, A.; BOHN, F. J.; EISENHAUER, N.; FEILHAUER, H.; HARTMANN, H.; HICKLER, T.; KALESSE-LOS, H.; MIGLIAVACCA, M.; OTTO, F. E. L.; PENG, J.; QUAAS, J.; TEGEN, I.; WEIGELT, A.; WENDISCH, M.; WIRTH, C. Biodiversity loss and climate extremes — study the feedbacks. **Nature**, [S. l.], v. 612, n. 7938, p. 30-32. 2022.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. 1ª ed. São Paulo: Cortez, 2009. 215 p.

MARGULIS, L.; SAGAN, D. **O que é vida?** 1ª ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. 288 p.

MARÔCO, J. **Análise Estatística com o SPSS Statistics**. 5ª ed. Lisboa: ReportNumber, 2011. 983 p.

MARÔCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório de psicologia**, v. 1, n. 4, p. 65-90, 2006.

MARTINS, G. A. **Estatística geral e aplicada**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009. 421 p.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.12, n. 3, p.164-214, 1995.

MATTOS, E. S. Desenvolvimento sustentável: uma análise histórica. **Vitrine da Conjuntura**, Curitiba, v. 1, n. 9, dez. 2008.

MARUJO, M. P. **Gestão Sustentável: condição essencial e possível**. 3ª ed. São Paulo: Perse, 2021. v. 1. 302 p.

MAYR, E. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008. 428 p.

MAYR, E. **The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance**. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1982. 974 p.

MAYR, E. **Toward a new philosophy of biology: observations of an evolutionist**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988. 564 p.

MAYR, E. **What makes biology unique?** Considerations on the autonomy of a scientific discipline. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 232 p.

MEGLHIORATTI, F. A. **O conceito de organismo: uma introdução à epistemologia do conhecimento biológico na formação de graduandos de biologia**. 2009. 254f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2009.

MENEZES, U. G.; KNEIPP, J. M.; BARBIERI, L. A.; GOMES, C. M. Inovação sustentável: estratégia em empresas do setor químico. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 96-111, mai/ago, 2011.

MILARÉ, É. **Direito do Ambiente**. 9ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014. 1680 p.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14^a ed. São Paulo: Hucitec, 2014. 407 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA (MMA).

Biodiversidade e Biomas. Brasília, [s.d.]. Gov.br. Disponível em:

<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas>. Acesso em: 13 fev. 2024.

MORA, C.; TITTENSOR, D. P.; ADL, S.; SIMPSOM, A. G. B.; WORM, B. How many species are there on Earth and in the ocean? **PLoS Biol.**, v. 9, n. 8, p. e1001127, 2011.

MOREIRA, S. V. Análise documental como método e como técnica. In: DUARTE, J.; BARROS, A. (Org.). **Métodos e Técnicas de Pesquisa em Comunicação**. 1^a edição. São Paulo: Atlas, 2005, p. 267-279.

NASCIMENTO JÚNIOR; A. F.; SOUZA, D. C. de. A busca das ideias estruturantes da Biologia na história do estudo dos seres vivos no século XIX. **Theoria - Revista Eletrônica de Filosofia**, v. VIII, n. 19, p. 58-88, 2016.

NAVES, J. G. de P.; BERNARDES, M. B. J. A relação histórica homem/natureza e sua importância no enfrentamento da questão ambiental. **Geosul**, v. 29, n. 57, p. 7-26. 2014.

NERY, E. R. A.; SARAIVA, C. S.; CRUZ, L. M. S.; SOUZA, M. M. O. R.; GOMES, F. S.; EL-HANI, C. N.; MARIANO-NETO, E. O conceito de restauração. **Revista Caititu**, [S. l.], n. 1, p. 43-56, 2013.

NEWING, H. Qualitative Interviews and Focus Groups. In: NEWING, H. H. (Ed.), **Conducting Research in Conservation: Social Science Methods and Practice**, New York, NY: Routledge, 2011, p. 125-143.

NÓVOA, A. **Professores: Imagens do futuro presente**. Lisboa: Educa, 2009. 96 p.

OLIVEIRA, V. M. S. **História e História Ambiental: as rupturas e avanços nas relações homem-natureza**. Simpósio: ANPUH – XXV Simpósio nacional de história. Fortaleza, 2009. Disponível em: https://anpuh.org.br/uploads/anais-simposios/pdf/2019-01/1548772190_20ae98f8bed484622daa9b1735e3fbf7.pdf. Acesso em: 14 abr. 2023.

OLIVEIRA, R. de. Precarização do trabalho: a funcionalidade da educação profissional. **Revista Diálogo Educacional**, v. 15, n. 44, jan./abr., 2015.

OMMER, R.; PERRY, R.; COCHRANE, K.; CURY, P. World Fisheries: A Social-Ecological Analysis, **Blackwell Publishing Ltd**. DOI: 10.1002/9781444392241.ch1. 2011. 440 p.

PAIXÃO, F.; PEREIRA, M. Superação do vitalismo e o imparável desenvolvimento da síntese orgânica. **Química: Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**. Lisboa, v. 120, p. 39-41. 2011.

PATTON, M. Q. **Qualitative Research & Evaluation Methods**. 3^a ed. Estados Unidos: Sage publications, 2002. 598 p.

PEÑALOZA J. G.; FONSECA A. G.; HERNÁNDEZ B. M. J.; RENTERÍA, Y. De la Biología a la Biología Escolar: consideraciones para comprenderla como una disciplina escolar. **Revista Tecné, Episteme y Didaxis**, n. Extraordinario, Memorias del IX Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, 2021. Disponível em:

https://www.academia.edu/91783190/De_La_Biolog%C3%ADa_a_La_Biolog%C3%ADa_Escolar_Consideraciones_Para_Comprenderla_Como_Una_Disciplina_Escolar. Acesso em: 19 out. 2022.

PEREIRA, A. M. S.; CORTES, G. R. O. Itinerários formativos na BNCC: sentidos em mídias digitais. **Revista Letras Raras**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 185-214, 2022.

PERES, J. C. Currículo-Planta: a form(a)ção da semente e sua utilização na educação tecnológica. Tese (Doutorado em Educação). 2024. 165 f. São Paulo. Universidade Nove de Julho – Uninove. 2024.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS**. 2ª ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2000.

PHILIPPI JÚNIOR, A.; ALVES, A. C.; ROMERO, M. A. A.; BRUNA, G. C. **Meio ambiente, direito e cidadania**. São Paulo: Signus, 2002. 358 p.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e Docência**. São Paulo: Cortez, 2012. 296 p.

PINHEIRO, B. C. S.; EVANGELISTA, N. A. M.; MORADILO, E. F. A reforma do “novo Ensino Médio”: uma interpretação para o ensino de ciências com base na pedagogia histórico-crítica. **Debates em Educação**, v. 12, n. 26, 2020.

PINHEIRO, N. A. M.; MATOS, E. A. S. A.; BAZZO, W. A. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 44, p. 147-165, 2007.

POLISELI, L.; OLIVEIRA, E. F. de; CHRISTOFFERSEN, M. L. O arcabouço filosófico da biologia proposto por Ernst Mayr. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 106-120, jan./jun. 2013.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estud. Av.**, v. 31, n. 89, jan./abr. 2017.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296 p.

PRADO, L. R. A tutela Constitucional do ambiente no Brasil. **Doutrinas Essenciais de Direito Ambiental**, v. 4, p. 113-123, mar. 2011.

PRIMACK, R. B. **Essentials of Conservation Biology**. 5ª ed. Sinauer. Associates, 2010. 601 p.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES E. **Biologia da Conservação**. 1ª ed. Londrina: Planta, 2001. 328 p.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório de Desenvolvimento Humano 2015: Work for Human Development**. Nova York: PNUD, 2015. Disponível em: <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2015>. Acesso em: 2 fev. 2022.

REINALDO, T. A. S.; VICENTE, L. P.; FREITAS SILVEIRA, A.; DALL'ACQUA AYRES, A.; DA ROCHA BRANDO, F.; CALDEIRA, A. M. de A. Epistemologia do ambiente para a conservação da biodiversidade: validação de um instrumento diagnóstico. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 19, n. esp. 1, 2024. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/18416>. Acesso em: 11 jan. 2025.

RIBEIRO, J. A. G. **Ecologia, Educação Ambiental, Ambiente e Meio Ambiente: modelos conceituais e representações mentais**. 2012. 146 f. Orientador: Osmar Cavassan. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012.

RIBEIRO, J. A. G.; CAVASSAN, O. Os conceitos de ambiente, meio ambiente e natureza no contexto da temática ambiental: definindo significados. **GÓNDOLA, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 8, n. 2, 2013. p. 61-76

ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; PERSSON, Å.; CHAPIN, F. S.; LAMBIN, E. F. *et al.* A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461, n. 24, p. 472-475, set. 2009.

RODRIGUES, J. L.; CORAZZA, M. J. **A epistemologia da biologia no curso de Ciências Biológicas para compreensão do que é vida**. Anais Enpec. Anais... 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV181_MD1_ID2733_TB1332_27022023125625.pdf. Acesso em: 23 abr. 2024.

ROMEIRO, A. R. **Economia ou economia política da sustentabilidade?** Texto para Discussão. IE/UNICAMP, n. 102, set. 2001. Disponível em: <https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/1732/texto102.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2023.

SACHS, I. **Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004. 151 p.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 352 p.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. Tradução: Daisy Vaz de Moraes. Revisão técnica: Ana Gracinda Queluz Garcia, Dirceu da Silva, Marcos Júlio. 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013. 624 p.

SANTOS, A. N. B.; LIMA, F. G. C. Ensino de Ciências e Biologia: avanços e perspectivas a partir de reflexões e contextos da atualidade. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 7, n. 2, fev. 2021.

SANTOS, L. L. C. P. História das disciplinas escolares: outras perspectivas de análise. **Educação & Realidade**, v. 20, n. 2, p. 60-68, 1995.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para a ação social responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**. Bauru: UNESP, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SARKAR, S. **Biodiversity and Environmental Philosophy: An Introduction to the Issues**. Cambridge: University Press, 2005. 278 p.

SARKAR, S. Wilderness preservation and biodiversity conservation-keeping divergent goals distinct. **BioScience**, v. 49, n. 5, p. 405-412, 1999.

SASSERON, L. H., DE CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H., DE CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SAVIANI, N. **Saber escolar, currículo e didática: problemas da unidade conteúdo/método no processo pedagógico**. 7ª ed. Campinas: Autores Associados, 1994. 198 p.

SCHLÜNZEN, E. T. M. **Mudanças nas práticas pedagógicas do professor: criando um ambiente construcionista contextualizado e significativo para crianças com necessidades especiais físicas**. 2000. 249 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, SP, 2000.

SCHNEIDER, E. M.; FUJII, R. A. X.; CORAZZA, M. J. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 569-584, 2017.

SCHWARTZMAN, S. **Consciência ambiental e desenvolvimento sustentável**. Palestra. Curso de Educação Ambiental, Semana do Meio Ambiente, 1999. Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/ambiente.htm>. Acesso em: 08 fev. 2025.

SCOTT, D.; HALL, C. M.; RUSHTON, B.; GÖSSLING, S. A review of the IPCC Sixth Assessment and implications for tourism development and sectoral climate action. **Journal of Sustainable Tourism**, [S. l.], p. 1-18, 2023.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, A. C. (org.). **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói: UDUFF, 2005. p. 50-62. 205 p.

SER (Society for Ecological Restoration). SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group, v. 2. Cartilha. Washington DC. 2004. 12 p. Disponível em:

https://www.ctahr.hawaii.edu/littonc/PDFs/682_SERPrimer.pdf. Acesso em: 02 jan. 2025.

SER (Society for Ecological Restoration). **What is Ecological Restoration?** 2022. Disponível em: <https://ser-rrc.org/what-is-ecological-restoration/>. Acessado em 02 jan. 2025.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591–611, 1965.

SILVA, C. L.; MENDES, J. T. G. (orgs.). **Reflexões sobre o desenvolvimento sustentável**: agentes e interações sob a ótica multidisciplinar. 1ª ed. Petrópolis: Vozes, 2005. 200 p.

SILVA, G. E. do N. **Direito Ambiental Internacional**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Thex Ed., 2002. 357 p.

SILVA; J. A. S. G.; COUTINHO, D. J. G. O papel da Educação Profissional e Tecnológica na formação para o mercado de trabalho no Brasil. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v. 10, n. 11, nov. 2024.

SILVA, P. R.; ARAÚJO, E. S. N. S.; CALDEIRA, A. M. A.; CARVALHO, G. S. Construção e validação de questionário para análise de concepções bioéticas. **Revista Bioética**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 490-501, 2012.

SILVA, T. R. da. A escrita da história da disciplina escolar Biologia no Brasil (2011-2022): uma revisão sistemática. **ReBECCEM**, v. 7, n. 1, p. 66-88, abril. 2023a.

SILVA, T. R. da. **O ensino de biologia no Brasil (1946-1965)**: disputas, tradições e inovações. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2023b. 349 p.

SILVA, T. T. **Documentos de identidade**: uma introdução às teorias do currículo. 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2007. 158 p.

SILVA FILHO, W. J. (Org.) **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador: Arcádia-UCSal, 2002. 296 p.

SIMÃO, M. M.; PARANHOS, R. de D.; GUIMARÃES, S. S. M. As formas de pensar a vida como objeto de estudo primordial da biologia. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 14, n. 2, p. 235-251. 2021.

SOBRINHO, R. S. **A importância do ensino da biologia para o cotidiano**. Programa especial de formação pedagógica de docentes na área de licenciatura em biologia. Fortaleza, CE. 2009. 40 f. Monografia (Licenciatura em Biologia) - Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes da Faculdade Integrada da Grande Fortaleza – FGF, 2009.

SOUZA JÚNIOR, M.; DE OLIVEIRA GALVÃO, A. M. História das disciplinas escolares e história da educação: algumas reflexões. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 391-408, set.-dez., 2005.

TACCA, M. C. V. R. **Ensinar e aprender**: análise de processos de significação na relação professor-aluno em contextos estruturados. 257 f. Tese de doutorado não-publicada, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2000.

TAFLA, T. L.; MAGALHÃES, J.; TEIXEIRA, M. C. T. R.; DE PAULA, C. S. Métodos de pesquisa científica: conceitos e definições. **Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 30-43, jul./dez. 2022.

TARDIF, M. Os saberes dos professores. 2010. In: OLIVEIRA, D. A.; DUARTE, A. C.; VIEIRA, L. F. (Orgs.). **Dicionário**: Trabalho, profissão e condição docente. Belo Horizonte, UFMG, 2010.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 18, n. 2, p. 04-16, 2010.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. 14ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2017. 832 p.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2008. 175 p.

ULTRAMARI, C. **A respeito do conceito de sustentabilidade**. Curitiba: Iparde/IEL-PR, 2003.

VALE, M. M.; ALVES, M. A. S.; LORINI, M. L. Mudanças climáticas: desafios e oportunidades para a conservação da Biodiversidade brasileira. **Oecol. Bras.**, v. 13, n. 3, p. 518-535, 2009.

VASCONCELOS, T. A importância da educação na construção da cidadania. **Sabe(r) Educar**, n. 12, 2007.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. **Atos de pesquisa em educação**, v. 7, n. 3, p. 853-876, 2012.

WEBER, N. C.; GOÇALVES, R. P. P. **Um binômio desnecessário**: a relação do homem com a natureza e o direito ao meio ambiente saudável. In: CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI, 27., 2018, Salvador. Anais [...] . Florianópolis: CONPEDI, 2018. Disponível em: <https://site.conpedi.org.br/publicacoes/v38r977z/uep495kl/35Zd7uCHokwisi0U.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2023.

WEISSMANN, H. **Didácticas especiales**. Bueno Aires: Aiqué, 1993. 180 p.

WESTPHAL, F. P. S. Direitos Humanos Educação, um pilar para o exercício da cidadania e a concretização da dignidade da pessoa humana. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia**, v. 5, 2009.

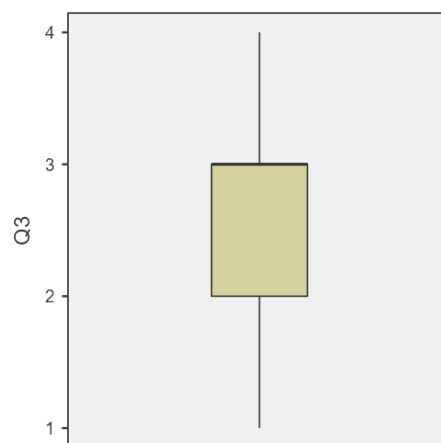
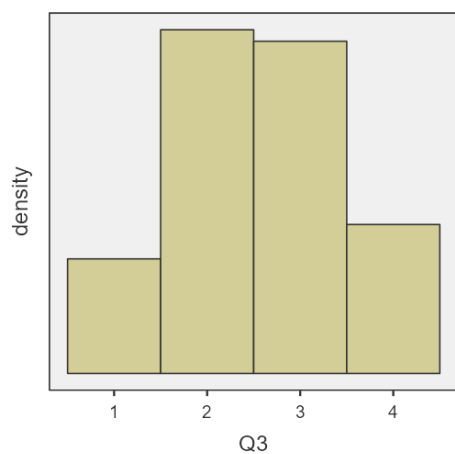
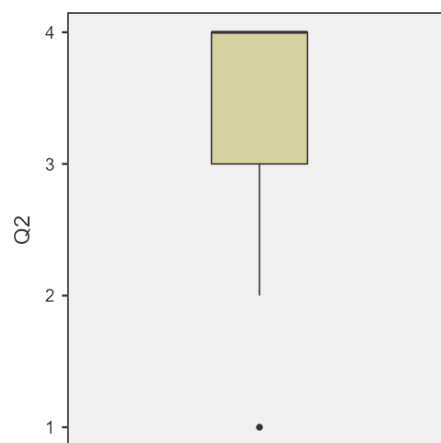
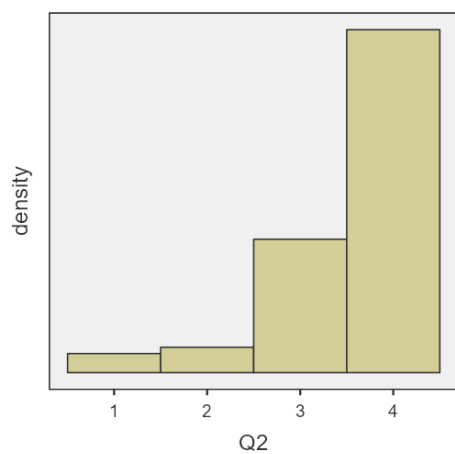
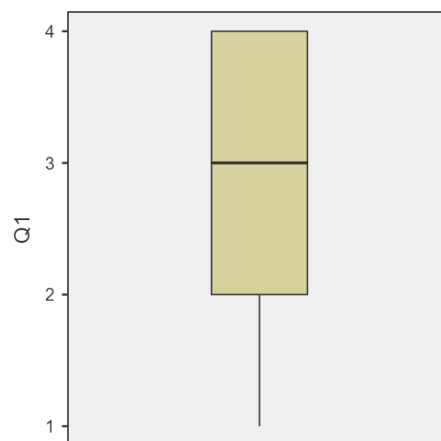
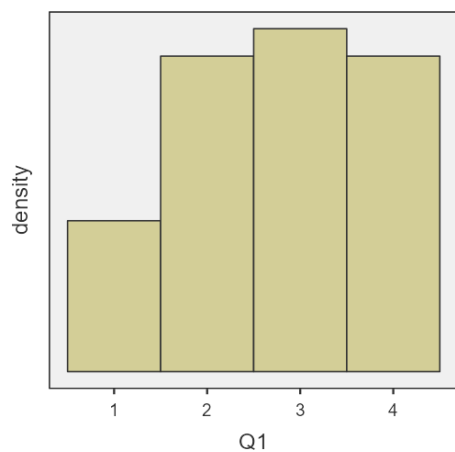
WILSON, E. O. **Biophilia**: the human bond with other species. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1984. 157 p.

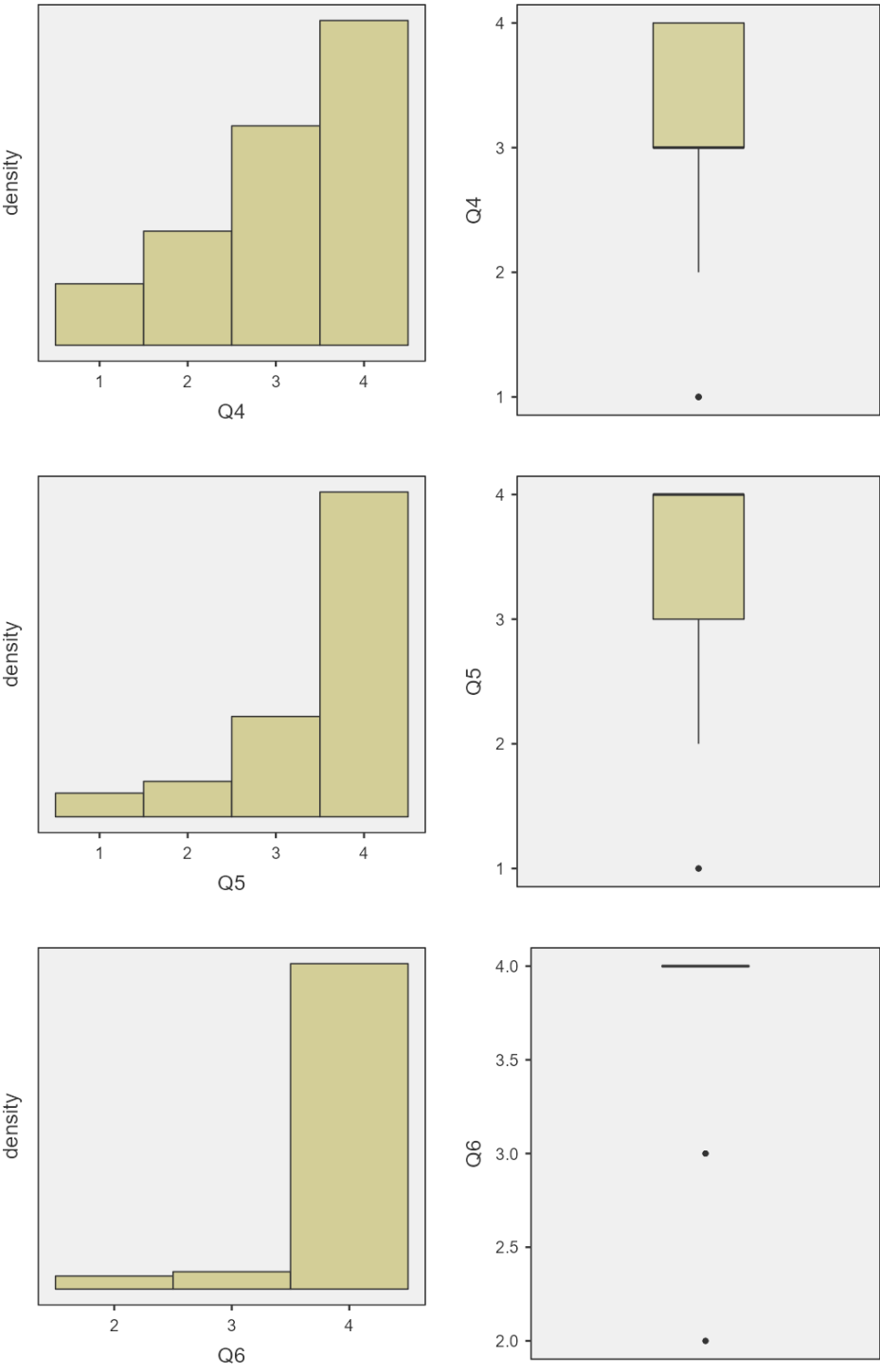
WILSON E.O. **The diversity of life**. Cambridge: Harvard University Press, 1992. 432 p.

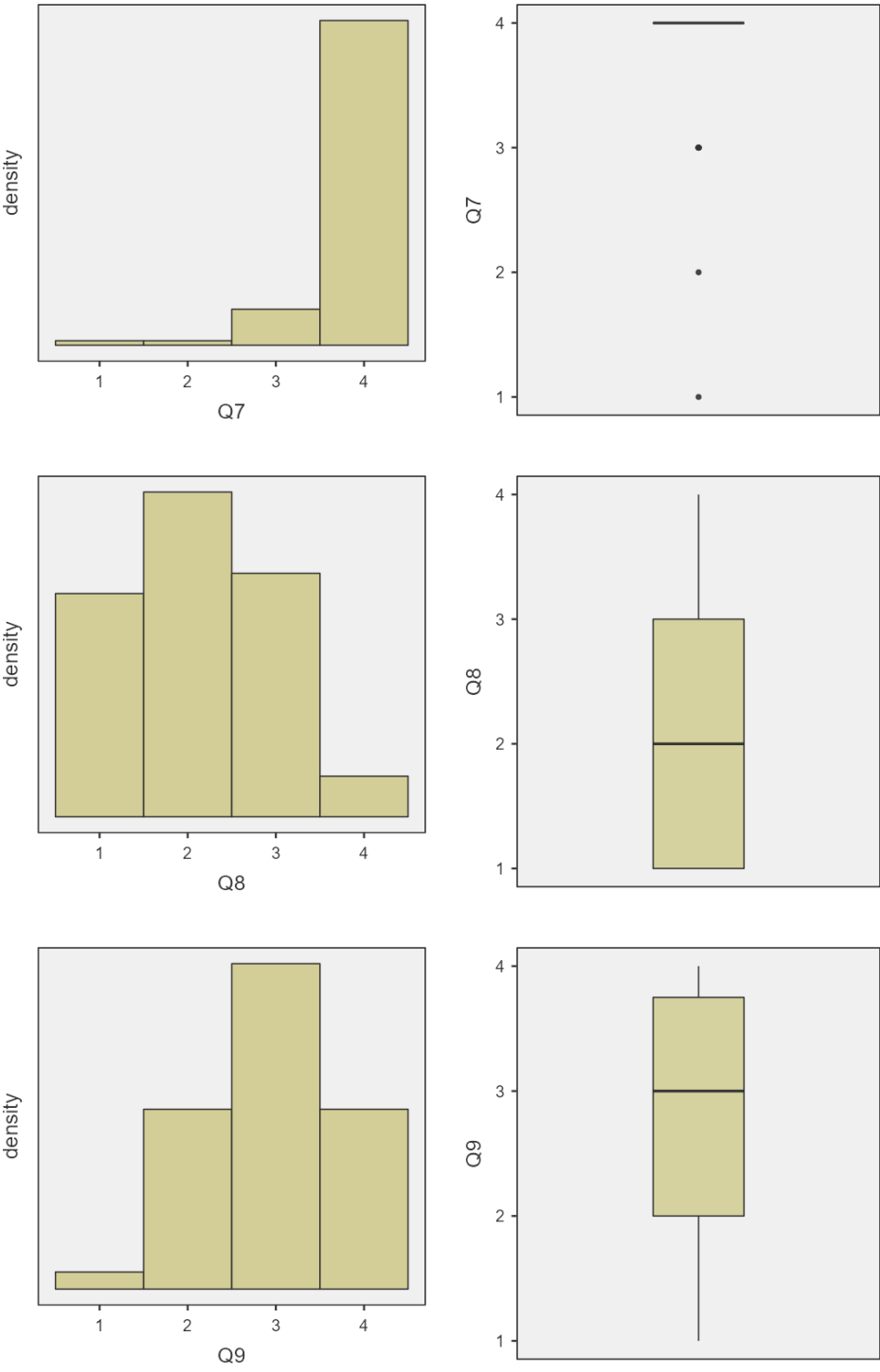
WILSON, E. O. **Diversidade da Vida**. Tradução: Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Companhia das Letras, 2012. 528 p.

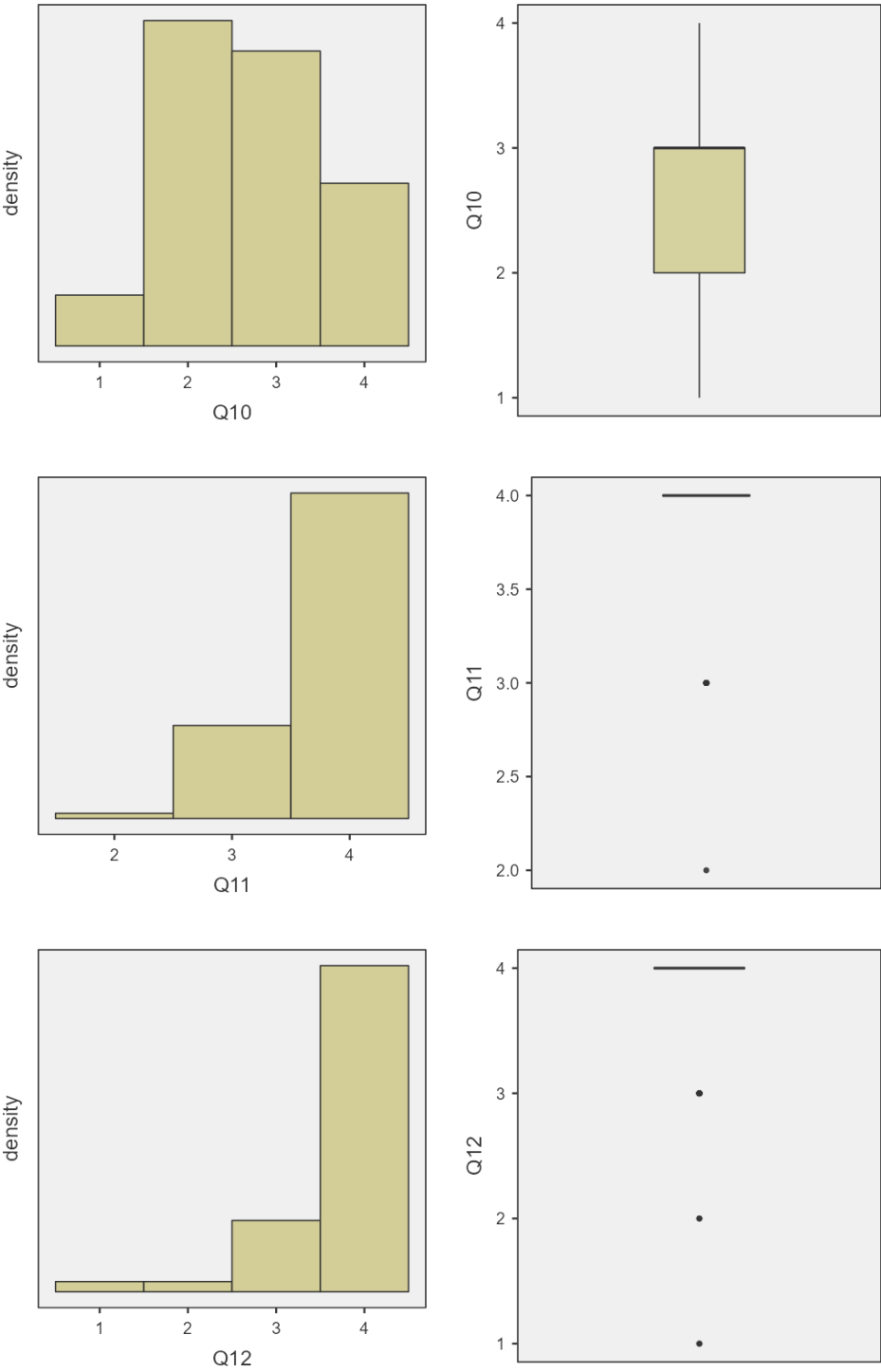
ZANCAN, G. T. Educação científica: uma prioridade nacional. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 3, p. 3-7, 2000.

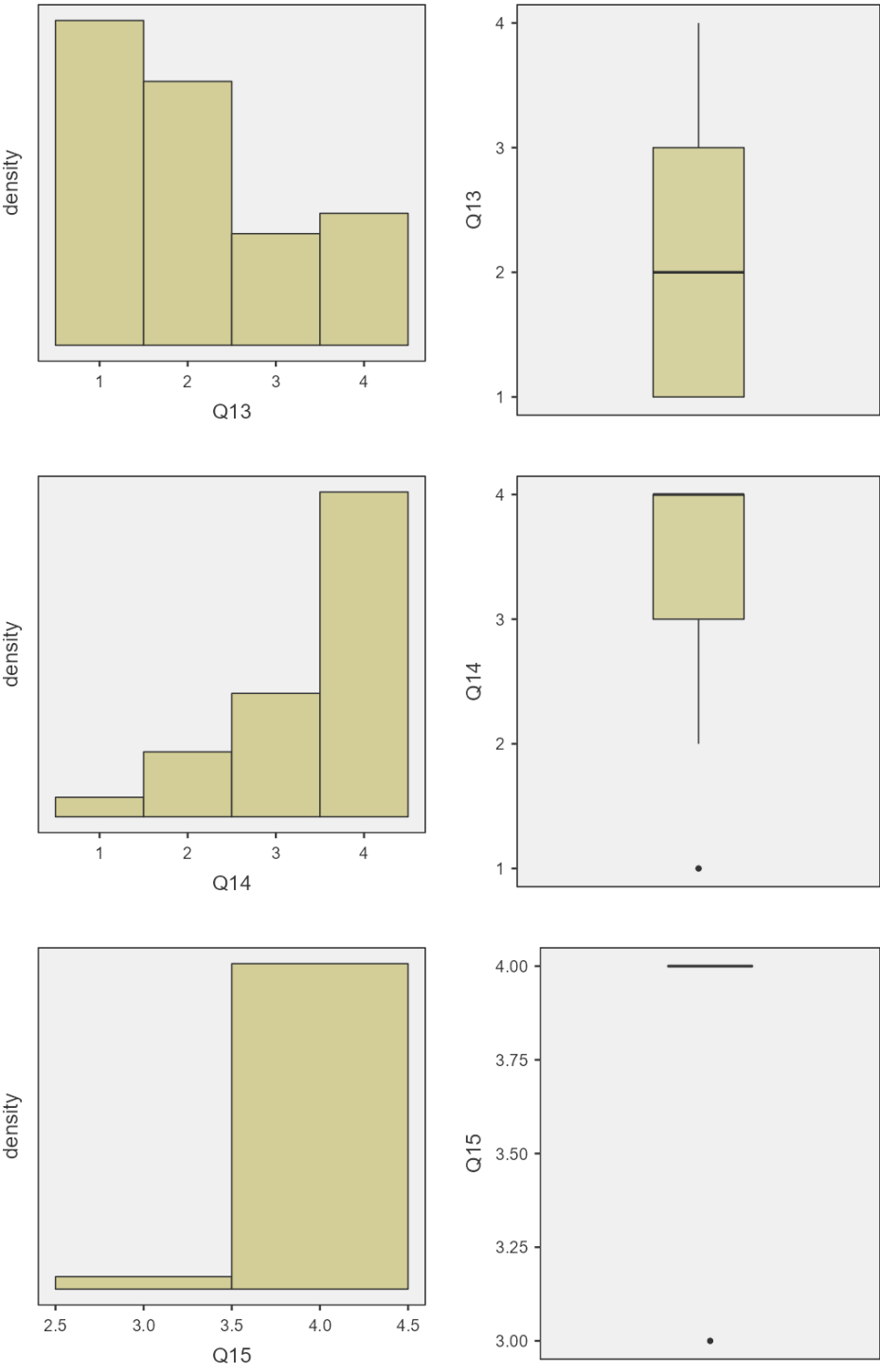
ZANELLA, A. V. Escolarização formal e cidadania: possíveis relações, relações possíveis? Rio de Janeiro: **Centro Edelstein de Pesquisas Sociais**, p. 84-91, 2008.

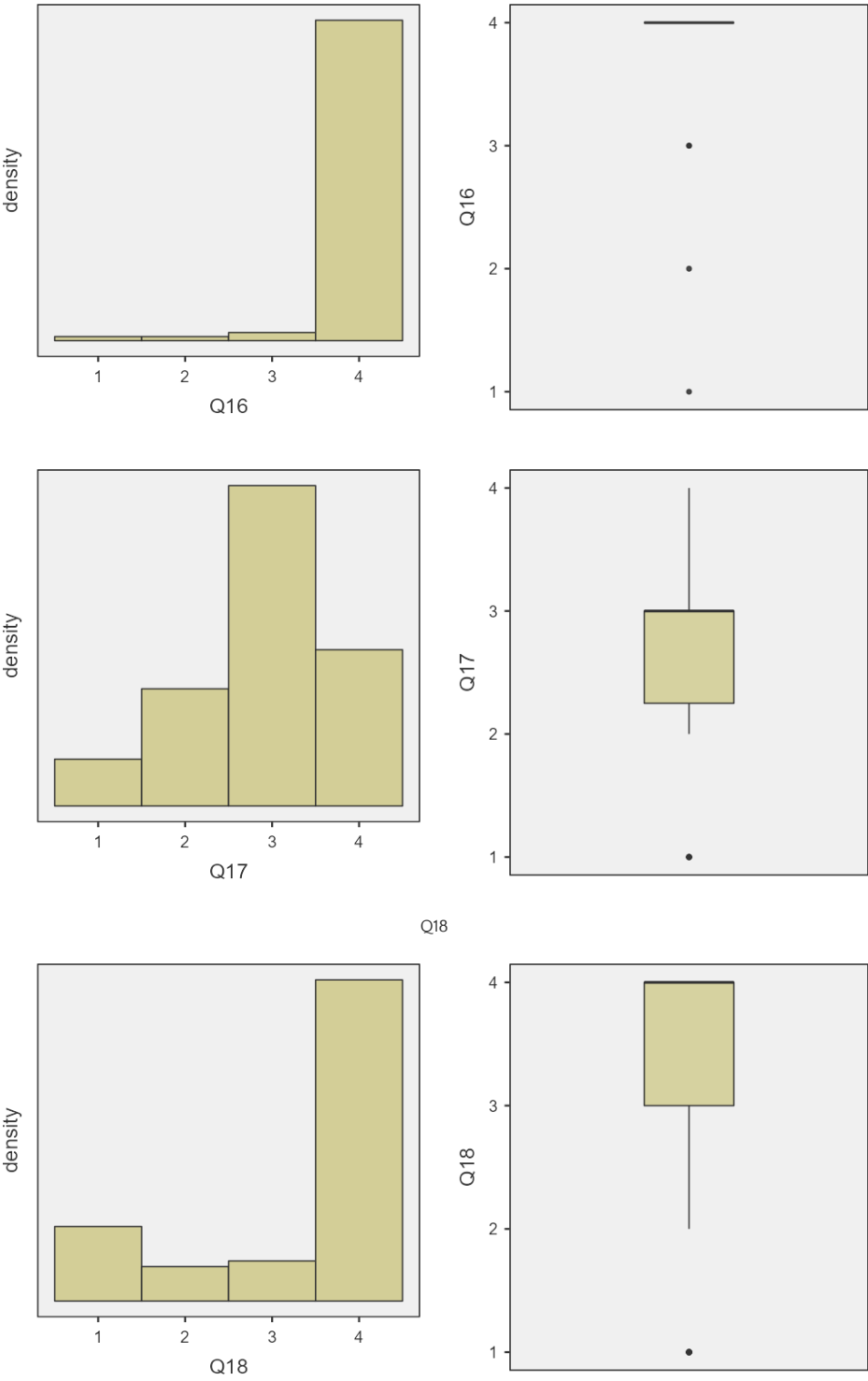
APÊNDICE A**GRÁFICOS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA DE ESTUDANTES DO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

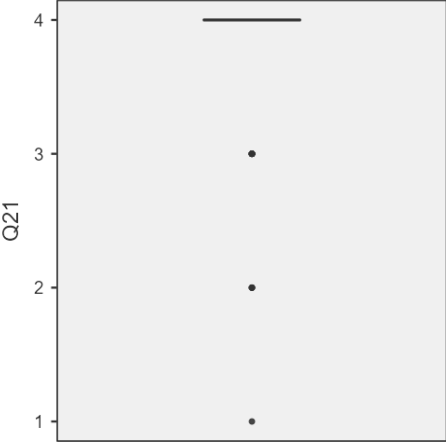
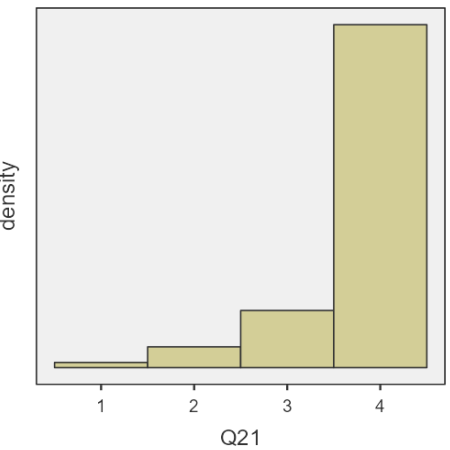
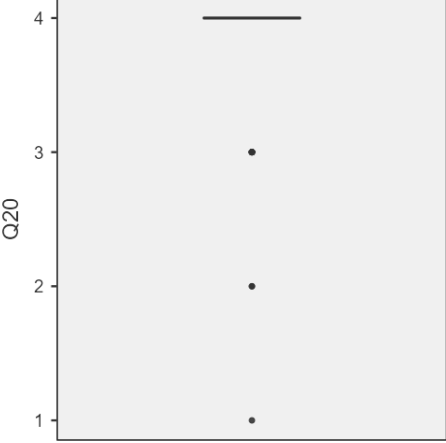
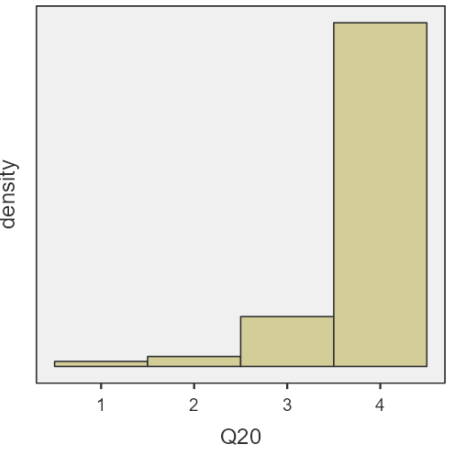
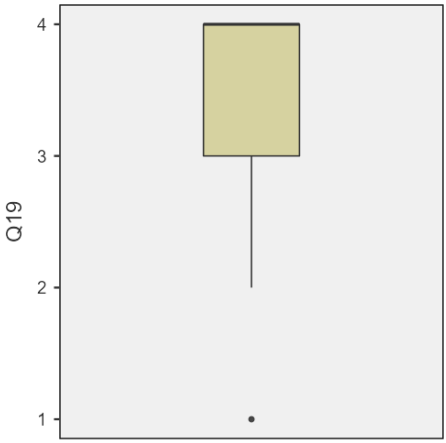
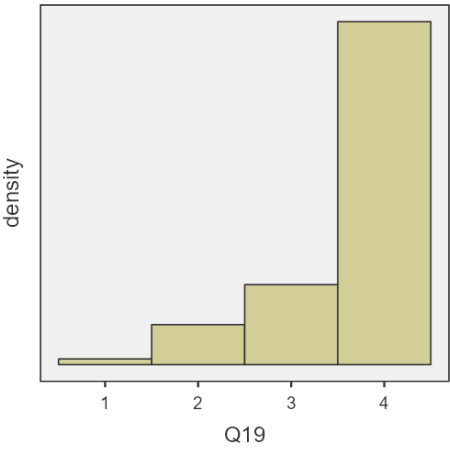






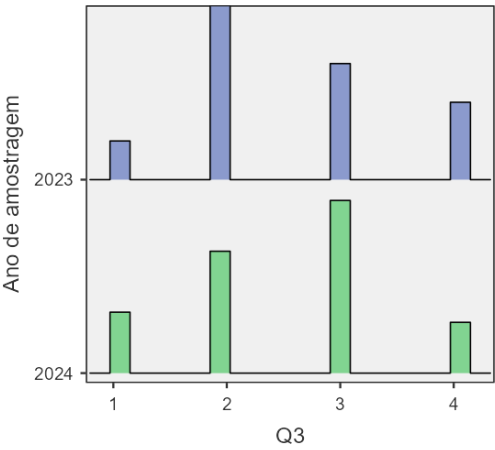
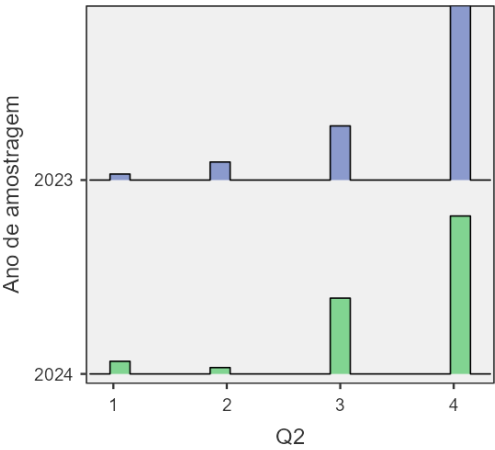
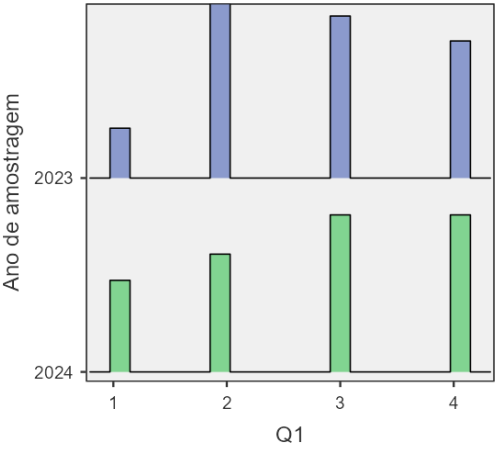


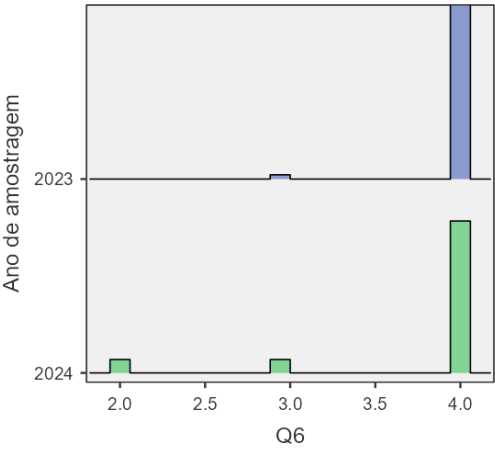
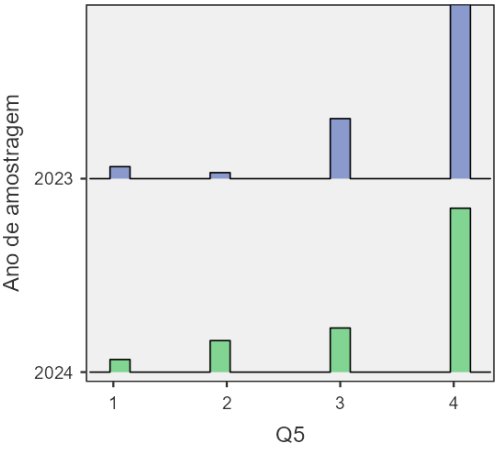
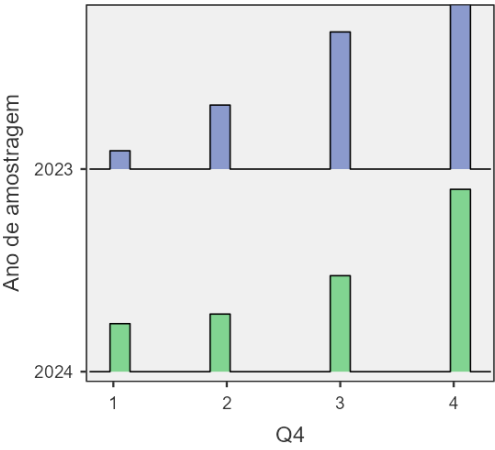


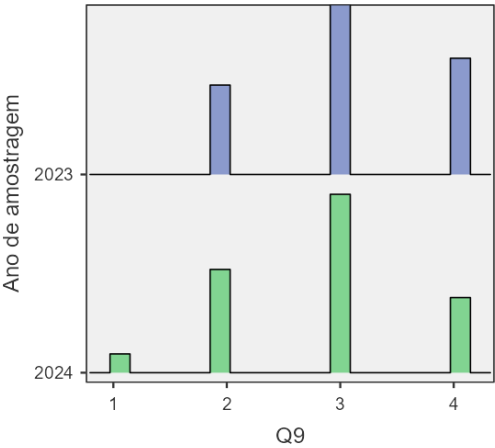
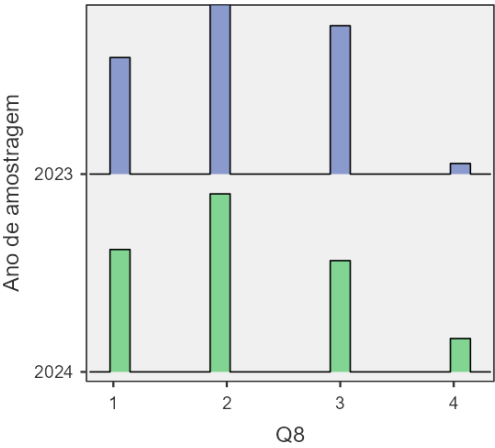
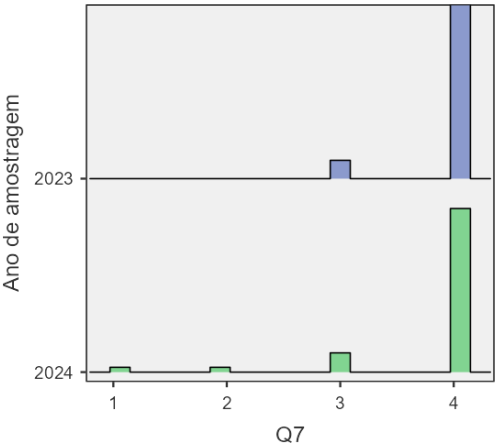


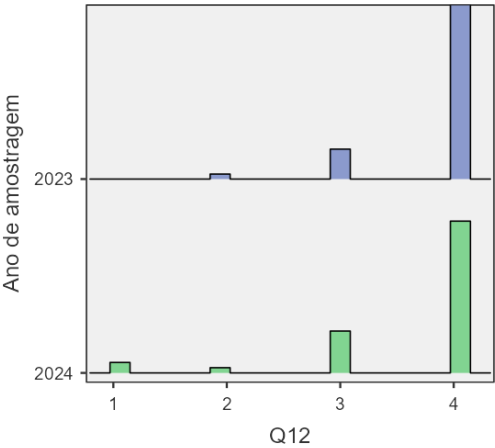
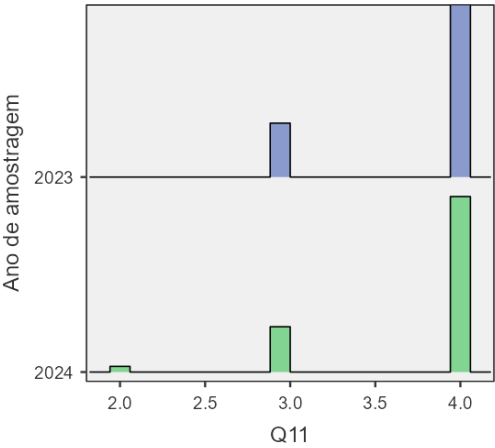
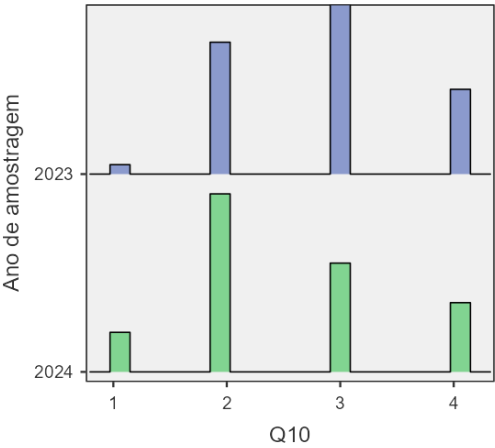
APÊNDICE B

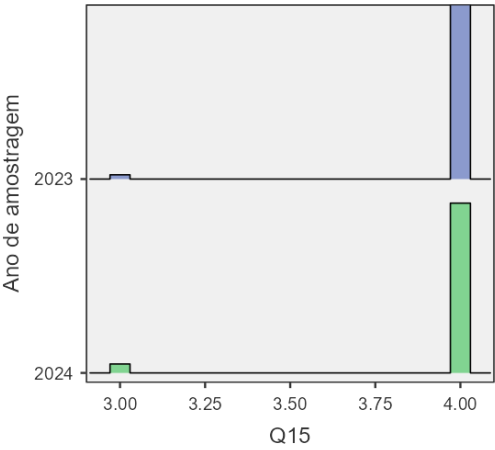
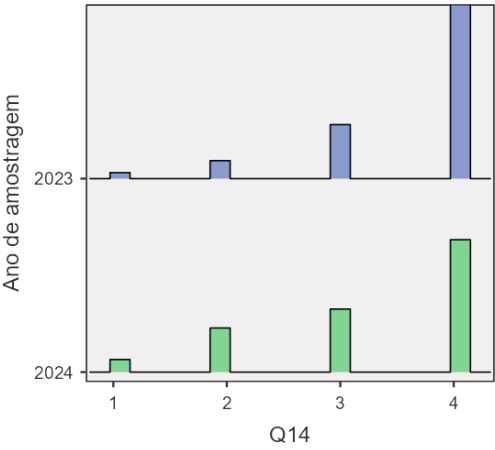
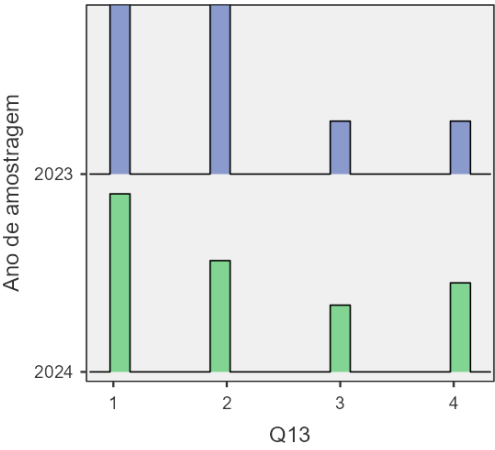
GRÁFICOS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA SEGMENTADA POR ANOS DE AMOSTRAGEM DOS ESTUDANTES DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

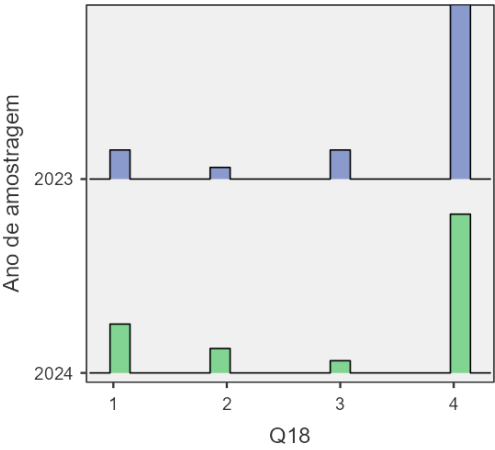
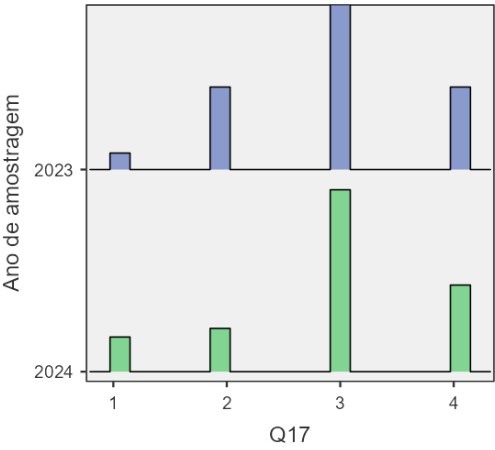
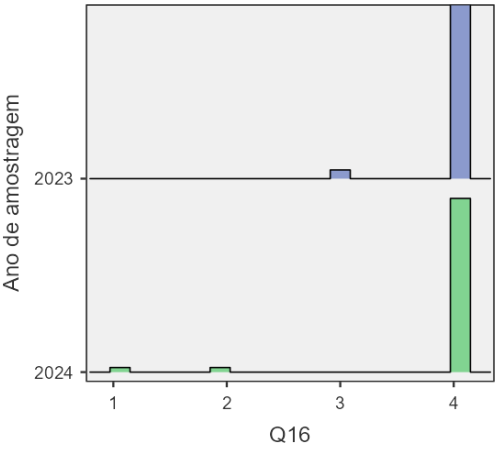


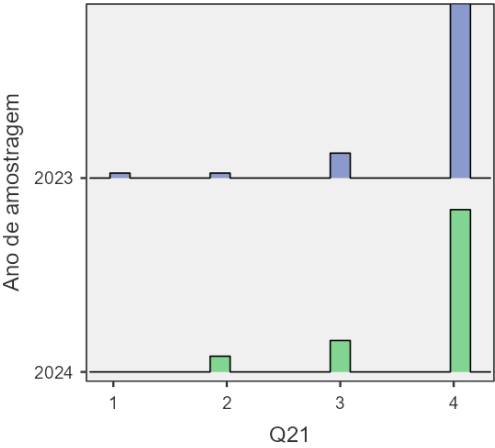
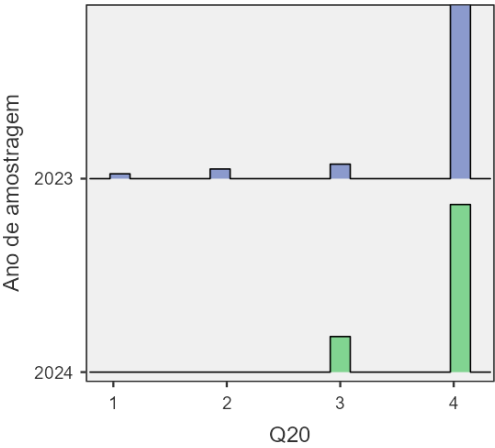
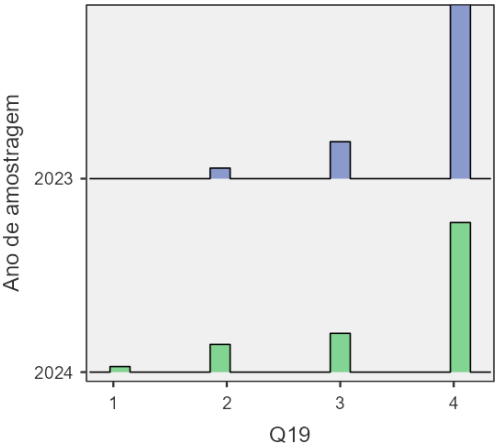








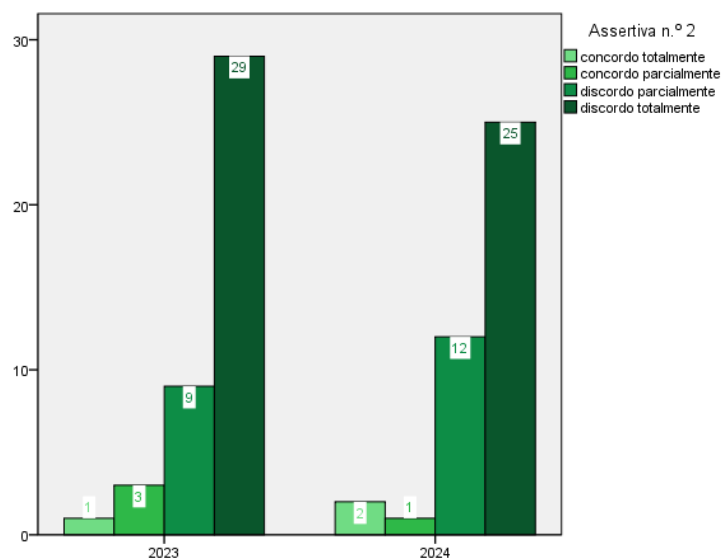




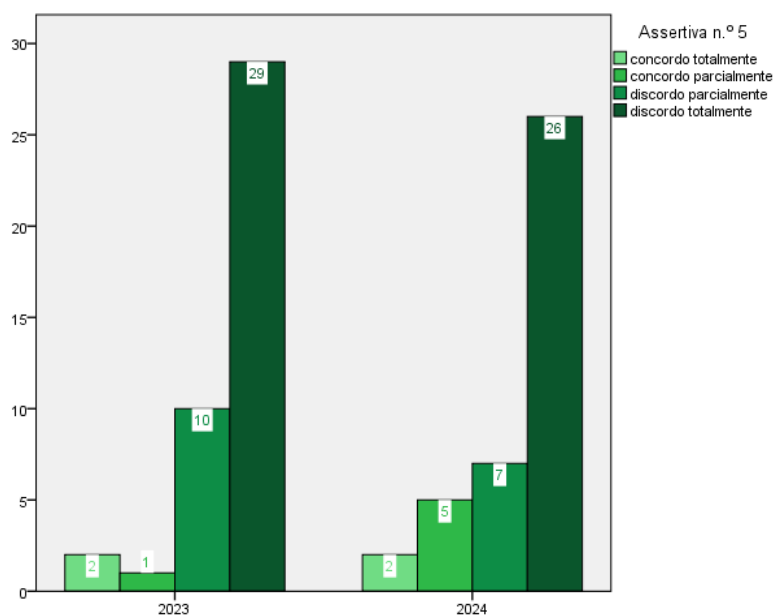
APÊNDICE C

GRÁFICOS DA ANÁLISE POR TABULAÇÃO CRUZADA DOS DADOS OBTIDOS A PARTIR DOS ESTUDANTES DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ASSERTIVAS NÃO ANALISADAS)

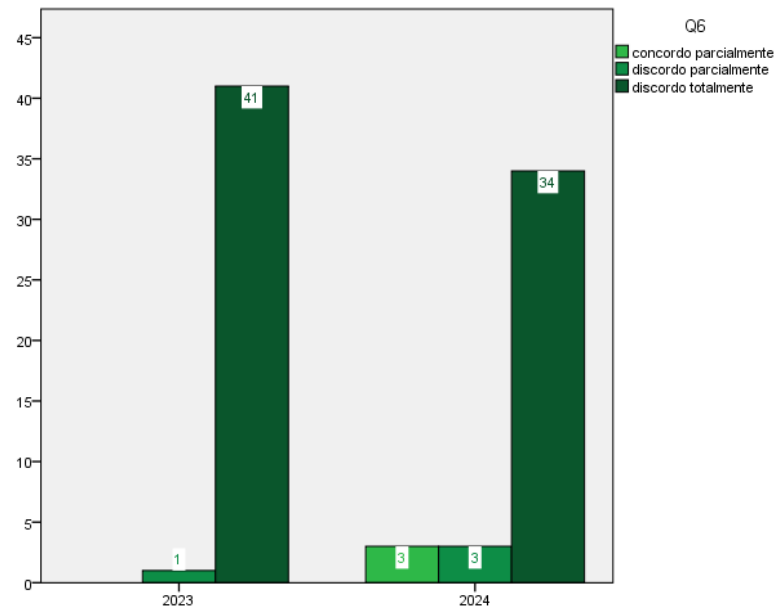
Q2: A única forma de preservar um ambiente natural é impedindo a presença permanente de populações tradicionais.



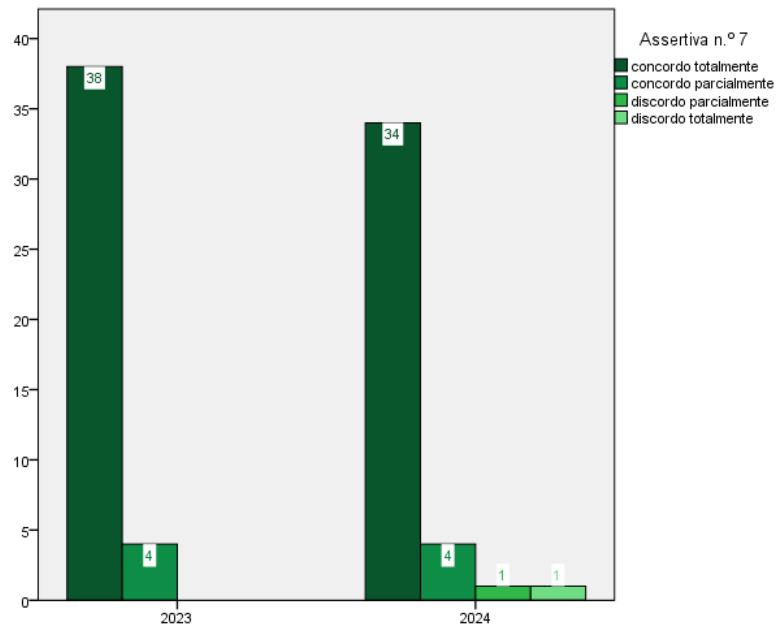
Q5: A preservação ambiental pressupõe a ausência de tomada de decisão por parte do ser humano.



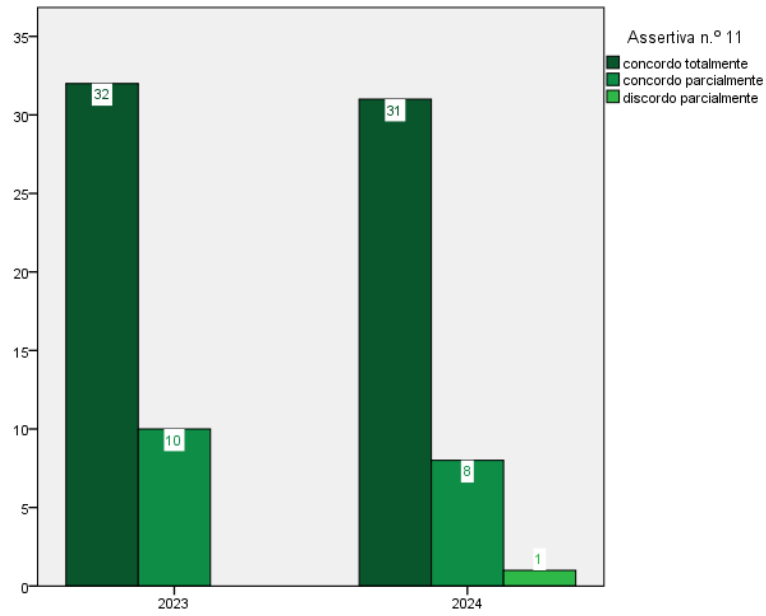
Q6: A conservação de um bioma independe de políticas públicas.



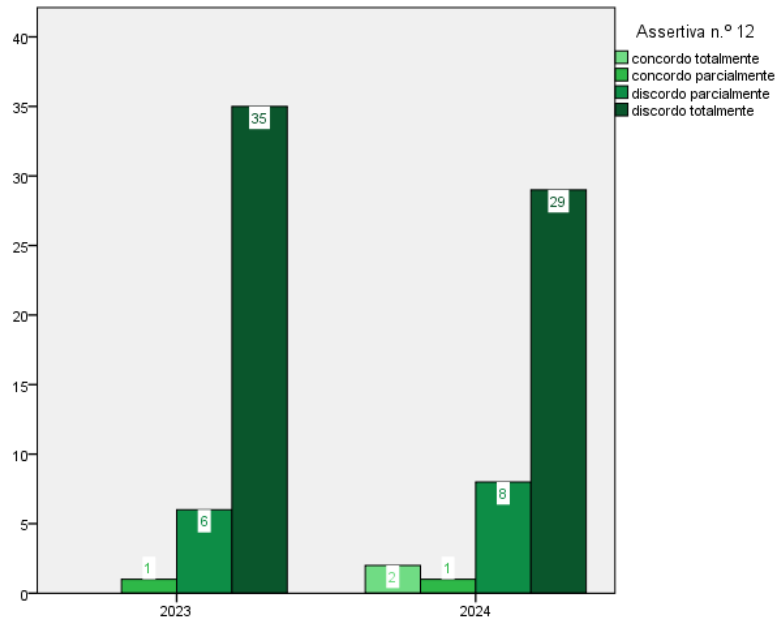
Q7: A conservação da biodiversidade inclui práticas para a manutenção dos processos ecológicos.



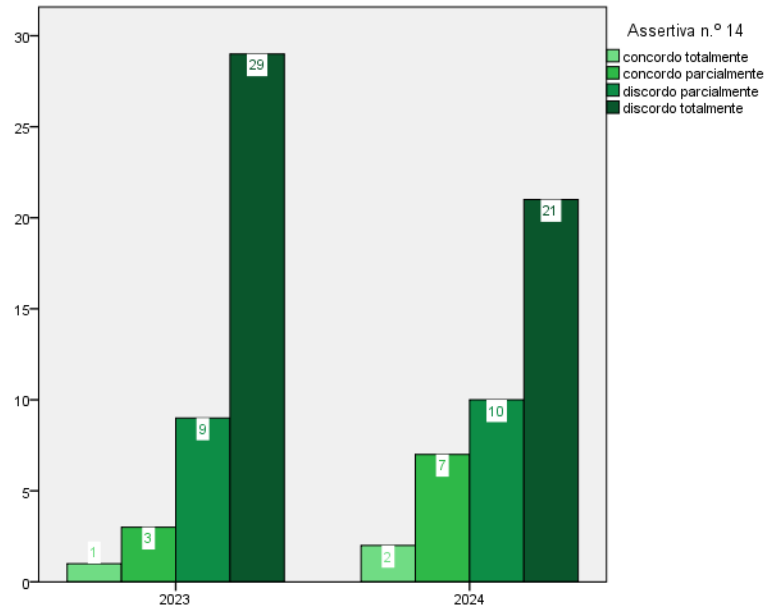
Q11: A conservação da diversidade biológica requer a manutenção da diversidade de ecossistemas, da diversidade de espécies e da diversidade genética.



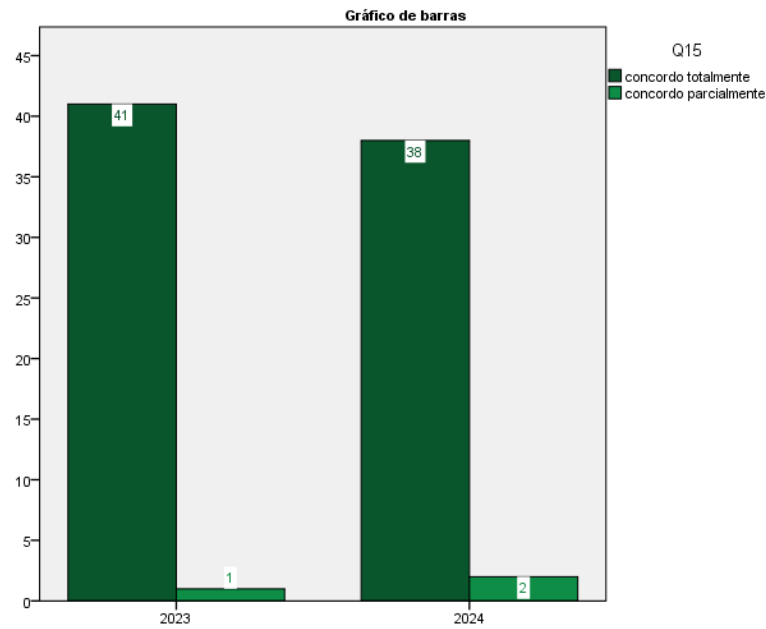
Q12: Os processos de conservação da biodiversidade independem das consequências das mudanças climáticas.



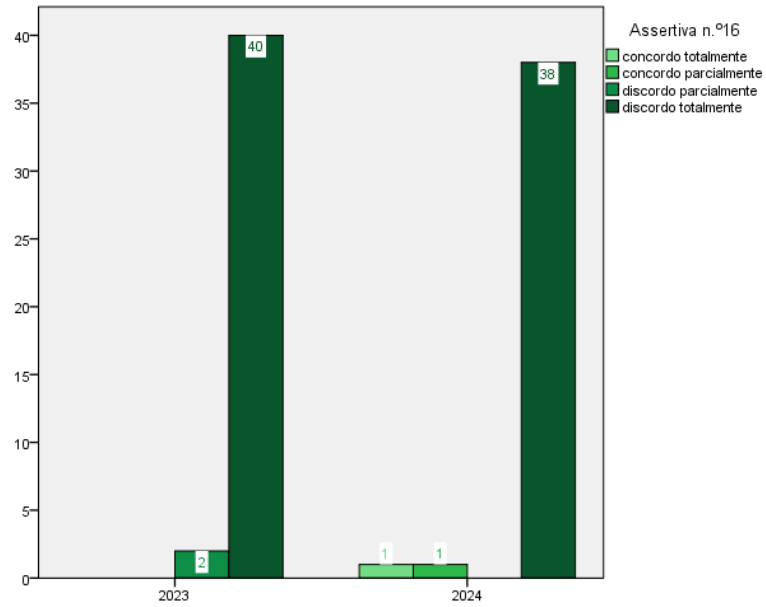
Q14: A conservação da biodiversidade só ocorre em territórios desabitados.



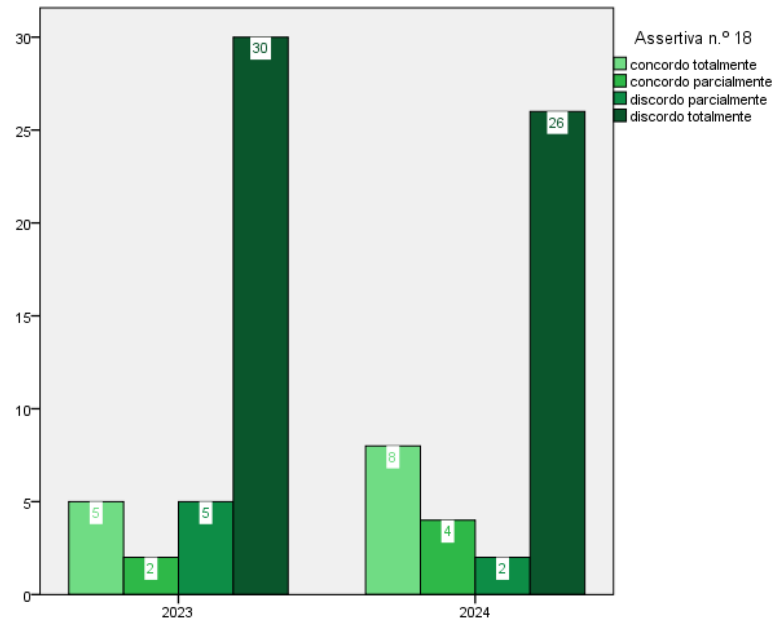
Q15: É importante a realização prévia de um levantamento de espécies nativas à flora da região a qual se pretende restaurar.



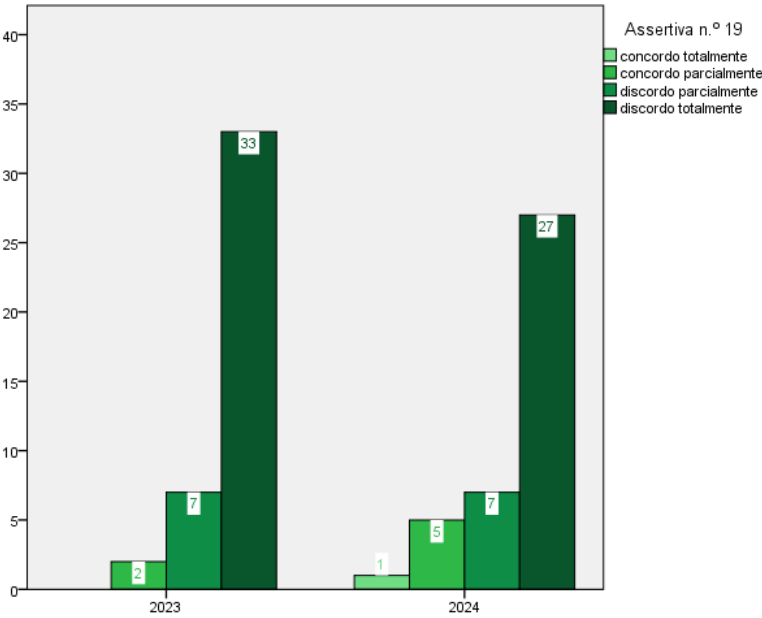
Q16: A deterioração do ambiente por mudanças de temperatura, umidade, salinidade e pH é irrelevante para a conservação da biodiversidade.



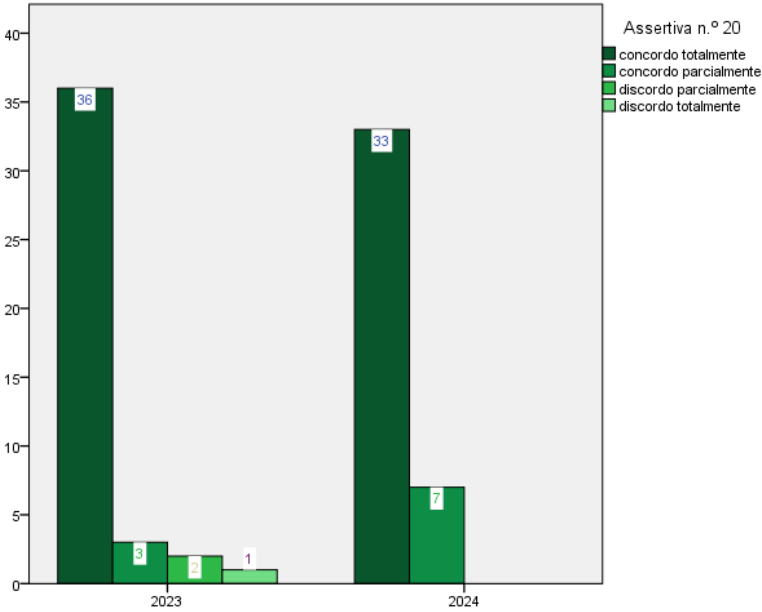
Q18: Em discussões sobre conservação da biodiversidade é dispensável considerar a diversidade cultural.



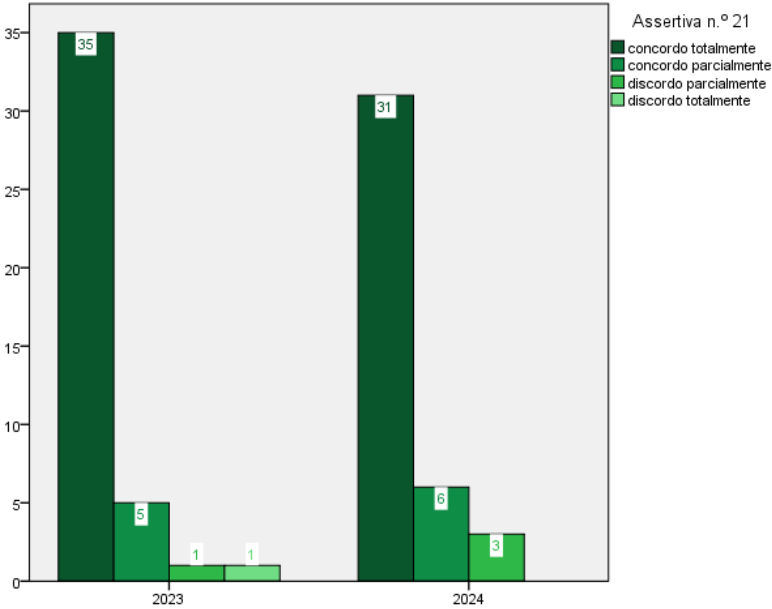
Q19: As populações tradicionais impossibilitam a conservação da biodiversidade.



Q20: A preservação da biodiversidade visa à proteção de espécies, habitats, ecossistemas e processos ecológicos a longo prazo.



Q21: A restauração ecológica de um ecossistema degradado inclui a restituição de processos ecológicos.

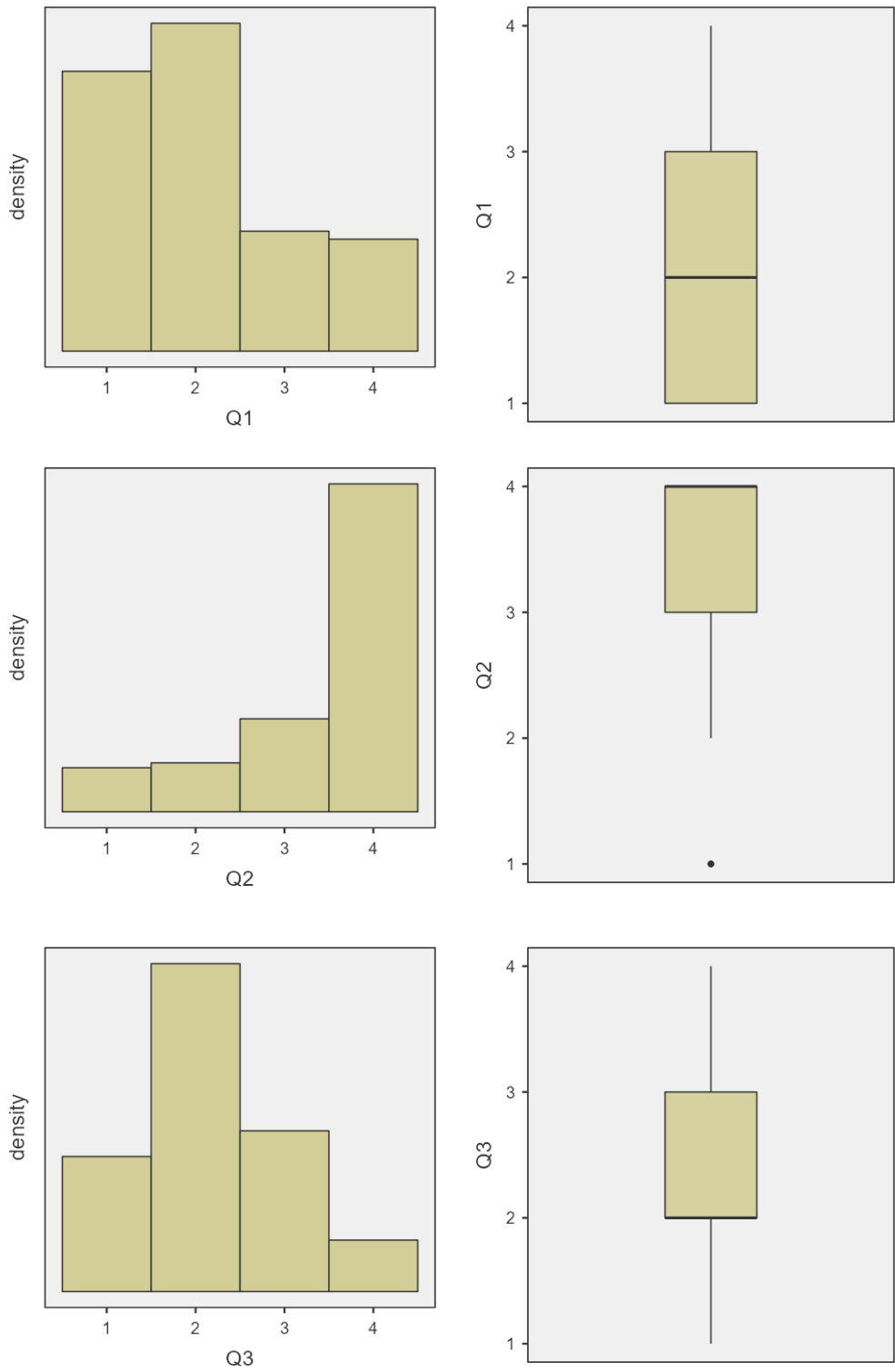


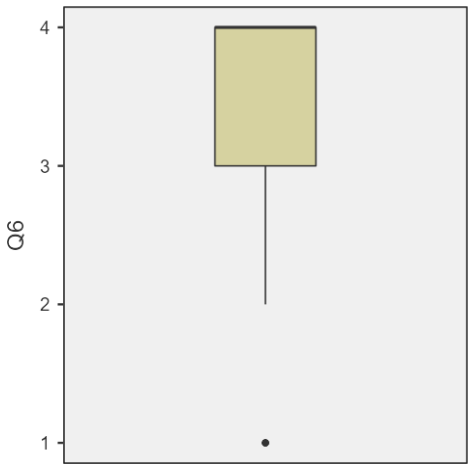
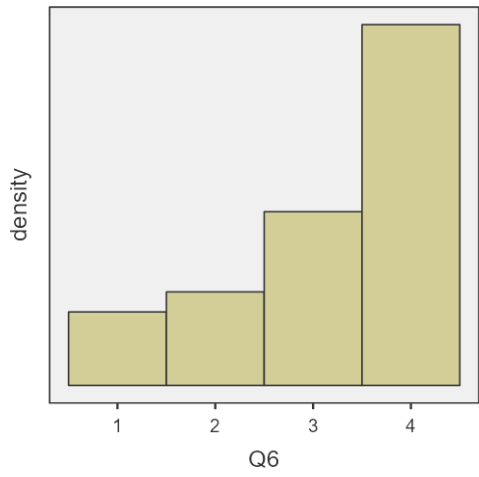
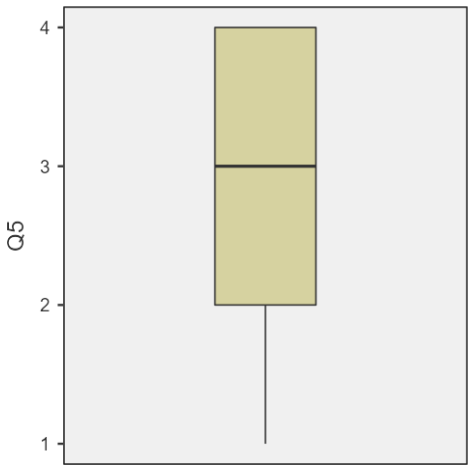
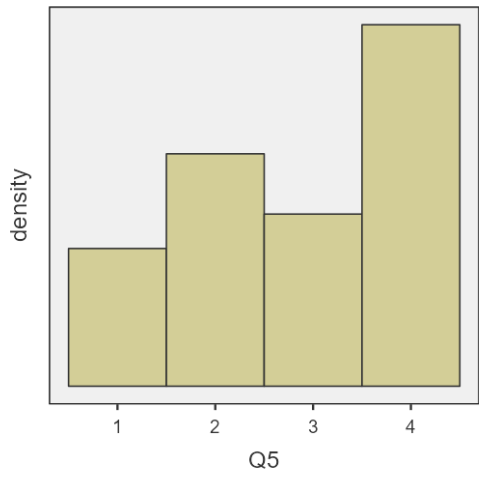
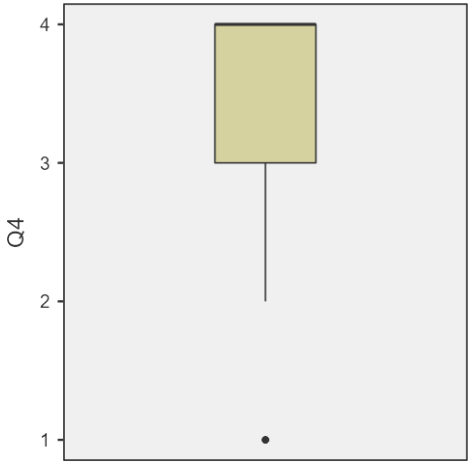
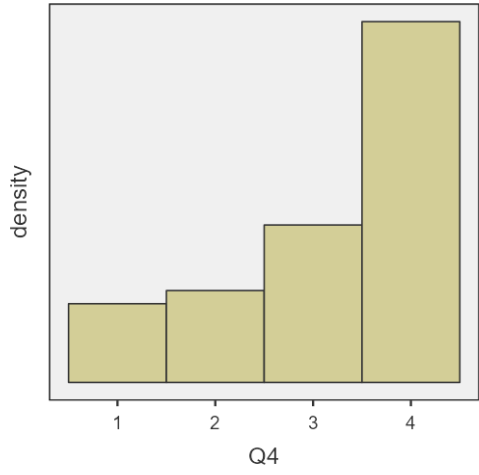
Q17	Rho de Spearman	-0.14	0.17	0.24*	0.27*	0.20	0.20	-0.06	-0.25*	-0.30**	0.03	0.01	0.22*	-0.24*	0.29**	0.08	0.27*	—
		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	—
		0.19557	0.11688	0.02979	0.01490	0.06773	0.06989	0.61918	0.02190	0.00671	0.82066	0.92242	0.04811	0.02777	0.00764	0.48222	0.01432	—
		N	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	—
Q18	Rho de Spearman	0.06	0.37***	0.18	0.24*	0.12	0.18	0.15	-0.07	-0.10	-0.16	0.26*	0.25*	0.12	0.21	0.12	0.29**	0.14
		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	—
		0.58435	0.00066	0.09669	0.02802	0.28942	0.10272	0.16871	0.53230	0.37397	0.13970	0.01648	0.02447	0.28106	0.05958	0.26920	0.00807	—
		N	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	—
Q19	Rho de Spearman	0.09	0.49***	0.24*	0.11	0.35**	0.36**	0.09	-0.13	-0.11	0.04	0.07	0.24*	0.06	0.11	0.18	0.38***	0.20
		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	—
		0.40731	<.00001	0.02913	0.34489	0.00147	0.00105	0.41928	0.25887	0.31263	0.70476	0.56169	0.02867	0.57762	0.34477	0.10165	0.00036	0.10949
		N	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
Q20	Rho de Spearman	-0.04	0.14	0.00	-0.02	0.14	0.10	-0.05	-0.17	-0.03	-0.24*	0.07	0.04	-0.30**	-0.07	0.11	0.22*	0.06
		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	—
		0.70162	0.19530	0.97127	0.63203	0.21578	0.37779	0.64855	0.12995	0.81550	0.03073	0.50890	0.72851	0.00713	0.55603	0.31437	0.04702	0.40710
		N	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
Q21	Rho de Spearman	-0.17	0.29**	-0.13	-0.03	0.24*	0.19	0.09	-0.00	-0.04	-0.06	0.38***	0.11	-0.09	-0.11	0.24*	0.17	0.41***
		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	—
		0.12399	0.00922	0.25284	0.76729	0.02903	0.09406	0.41541	0.96540	0.73992	0.61682	0.00046	0.31697	0.39752	0.32391	0.02944	0.11630	0.89349
		N	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82

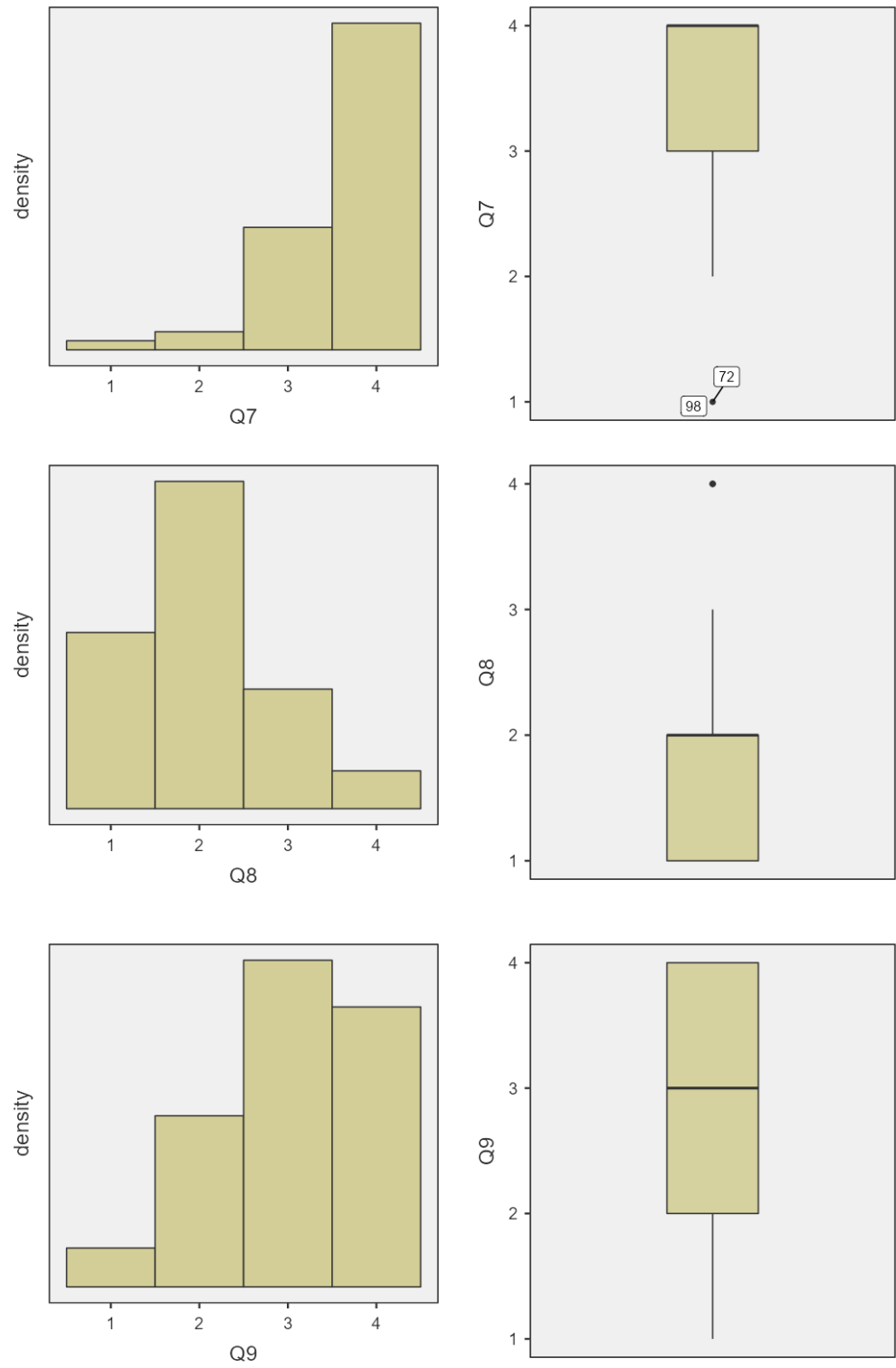
Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

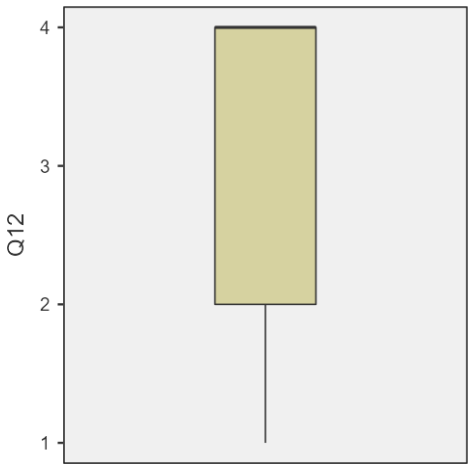
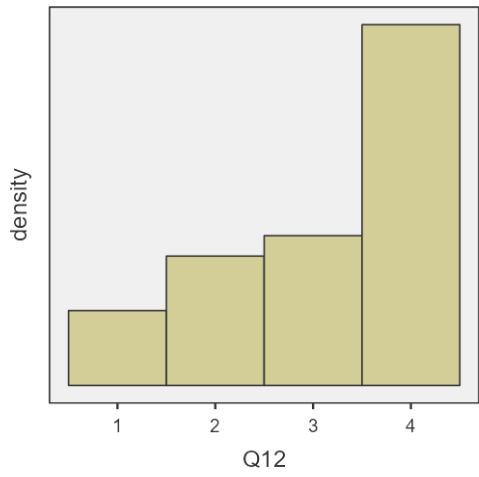
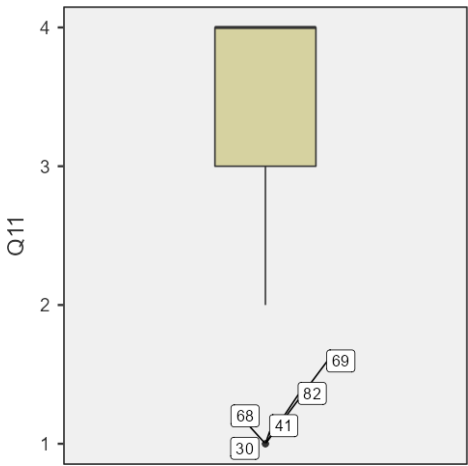
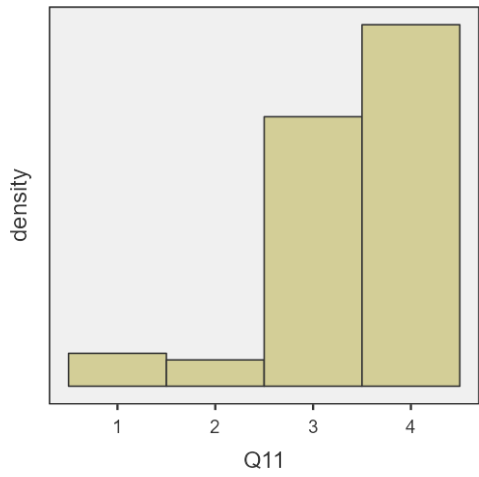
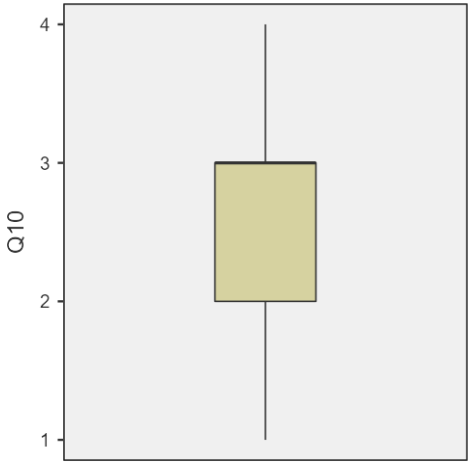
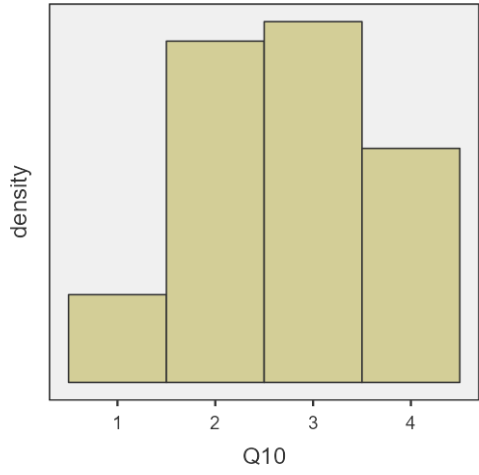
APÊNDICE E

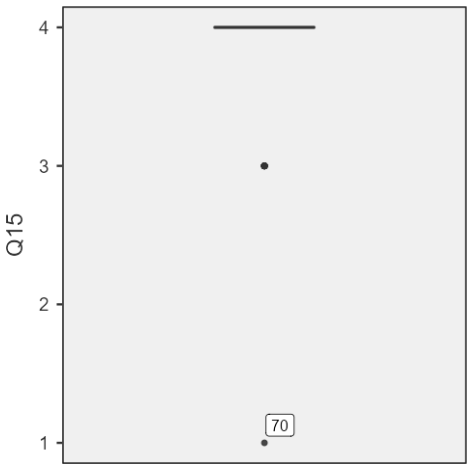
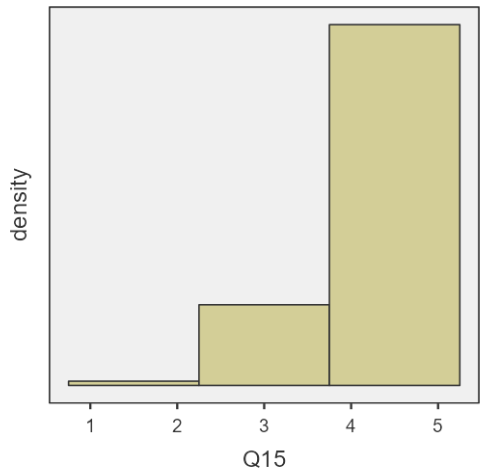
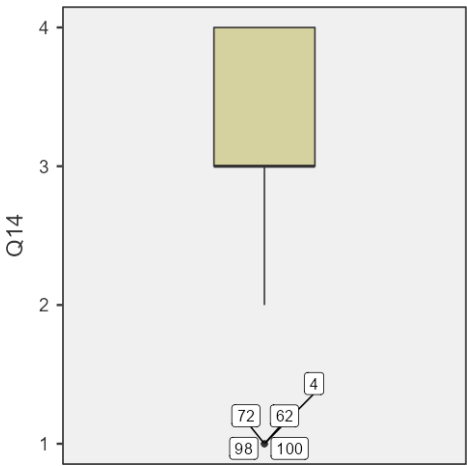
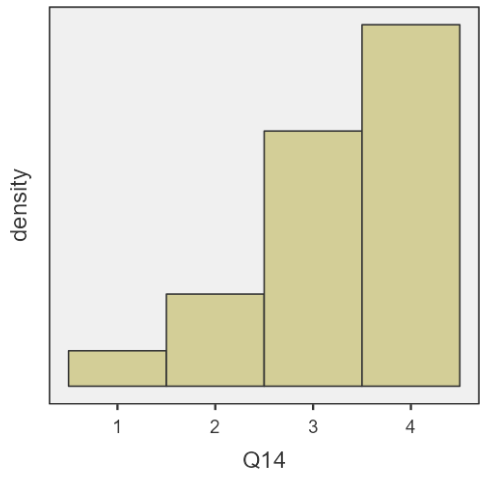
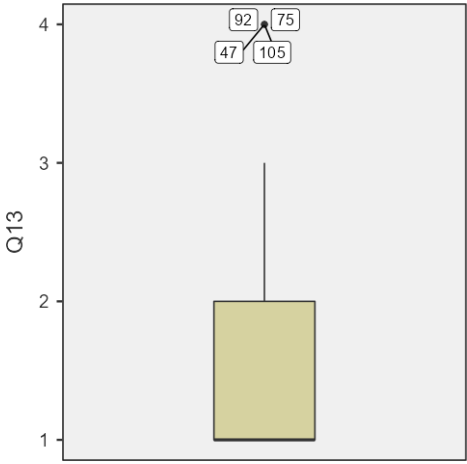
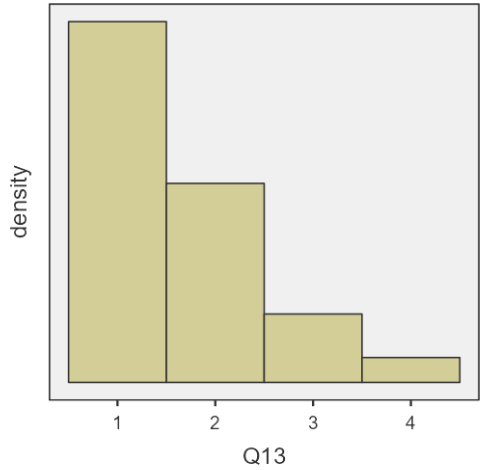
GRÁFICOS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA DE ESTUDANTES DO
ENSINO MÉDIO DA ETEC

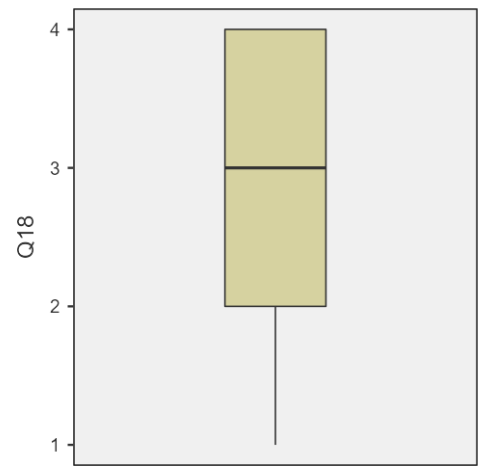
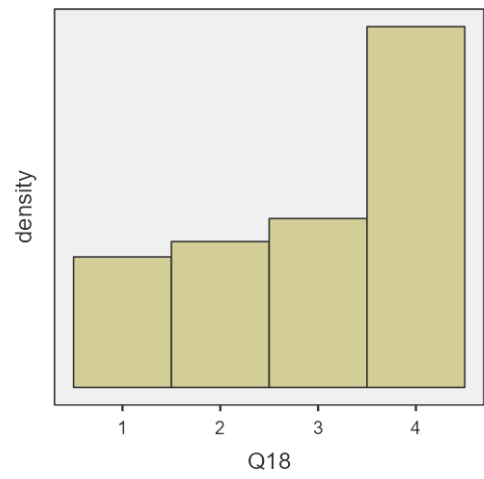
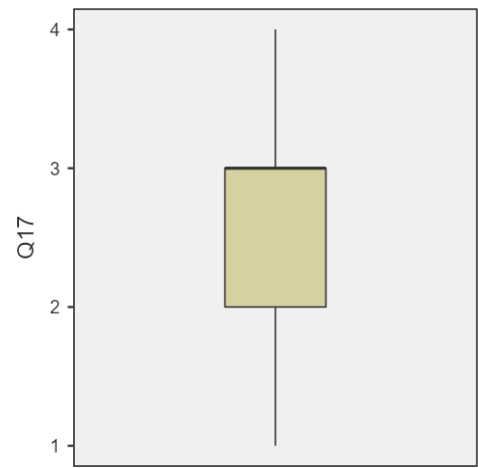
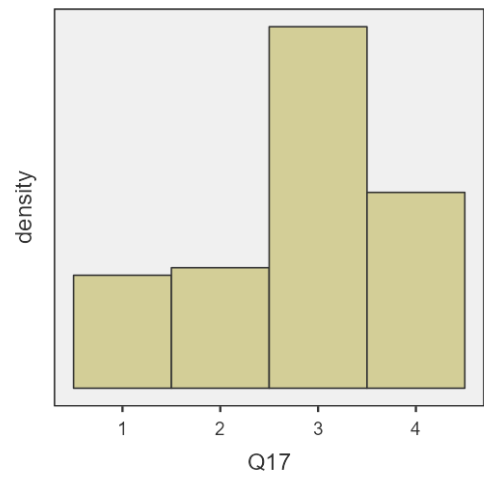
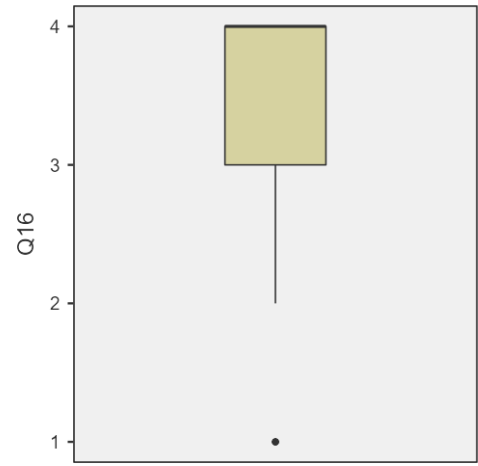
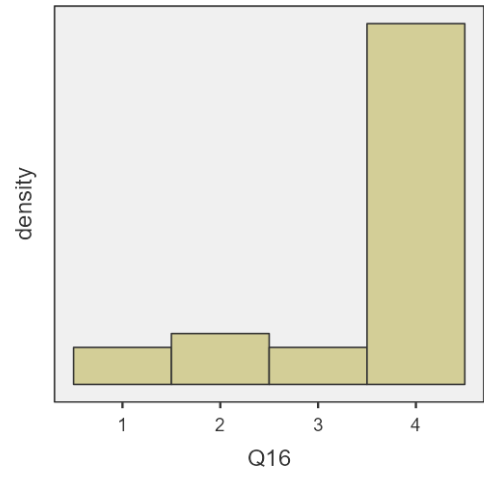


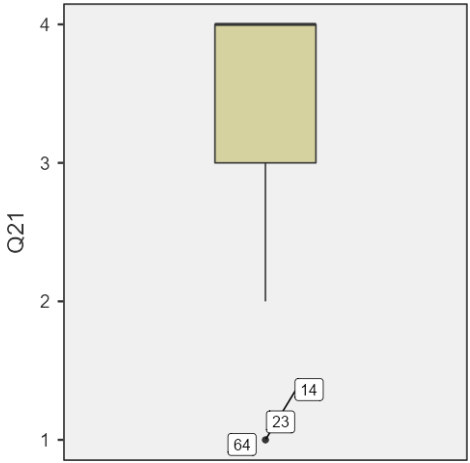
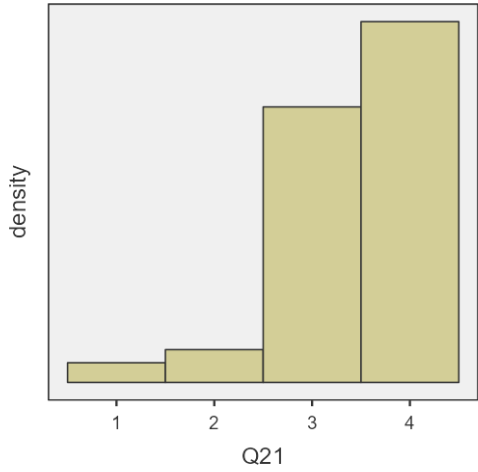
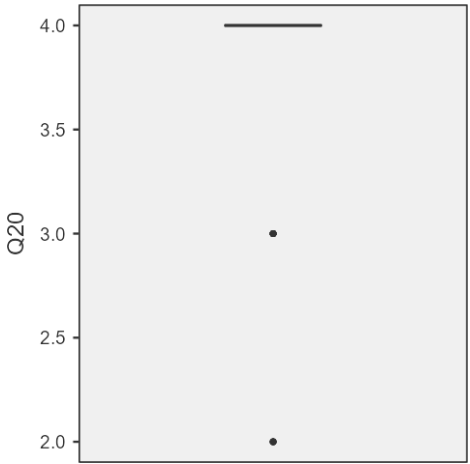
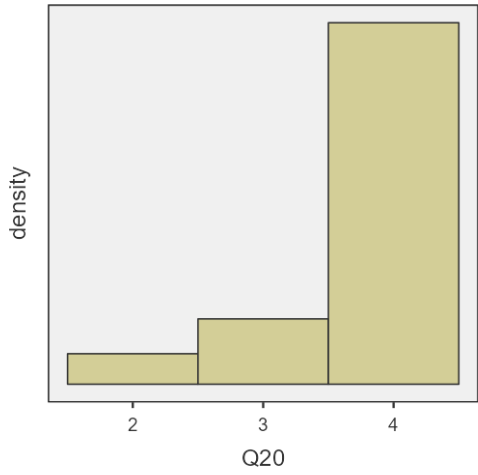
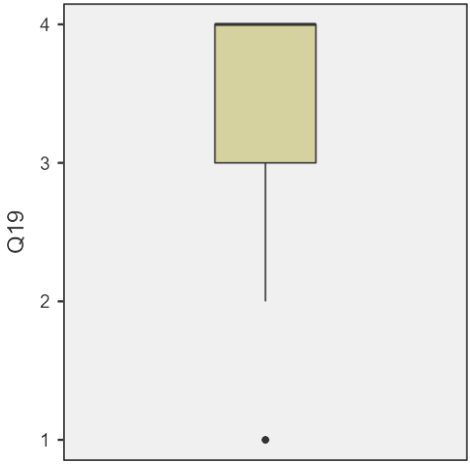
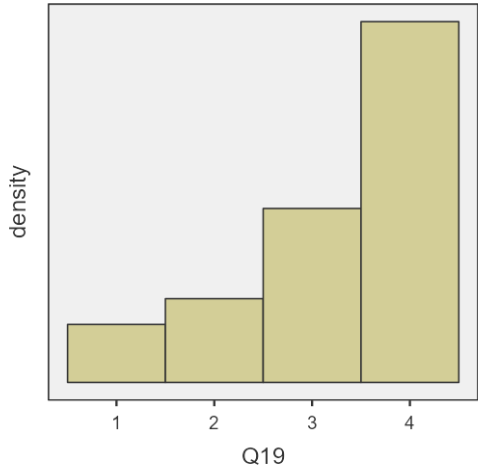






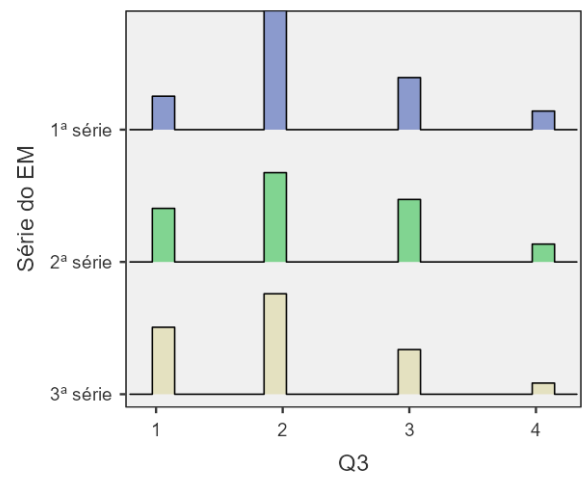
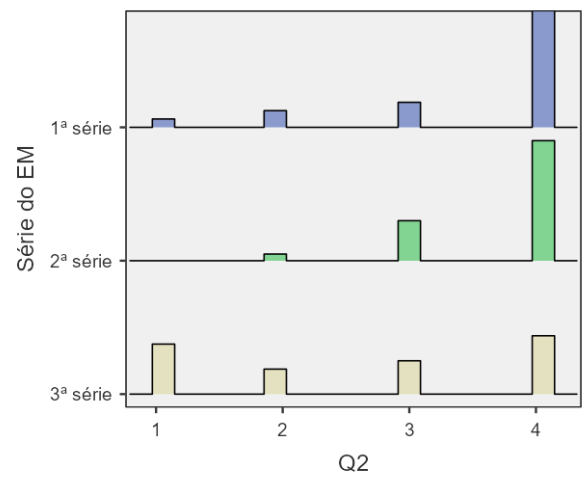
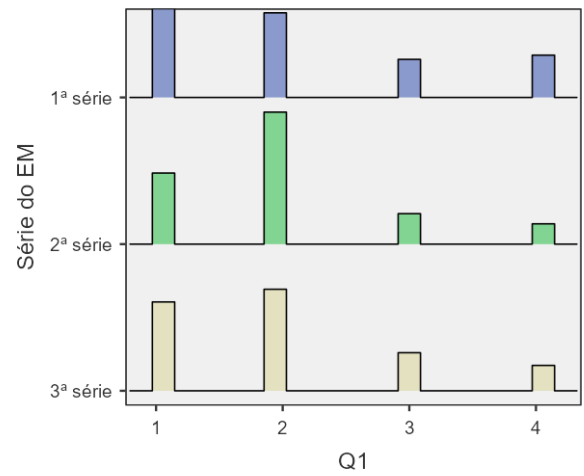


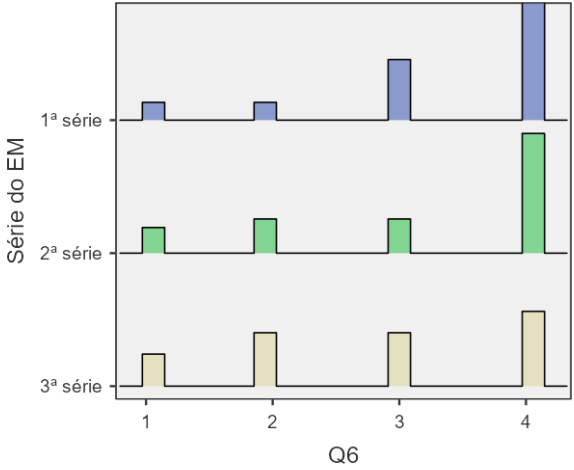
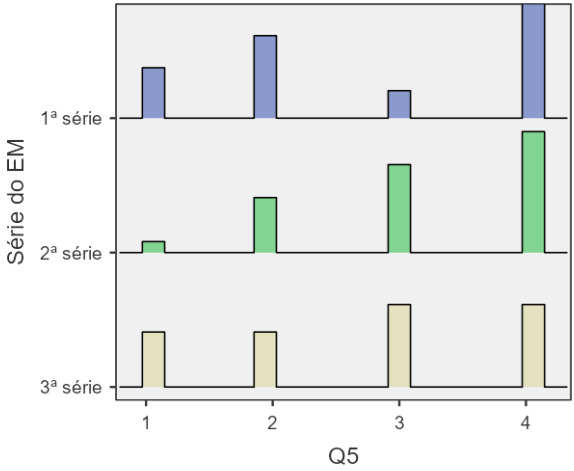
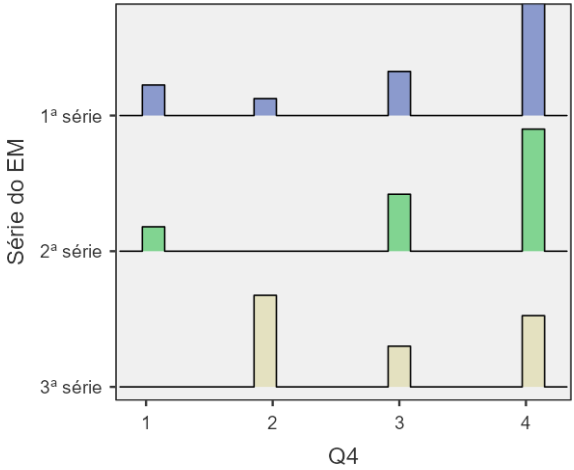


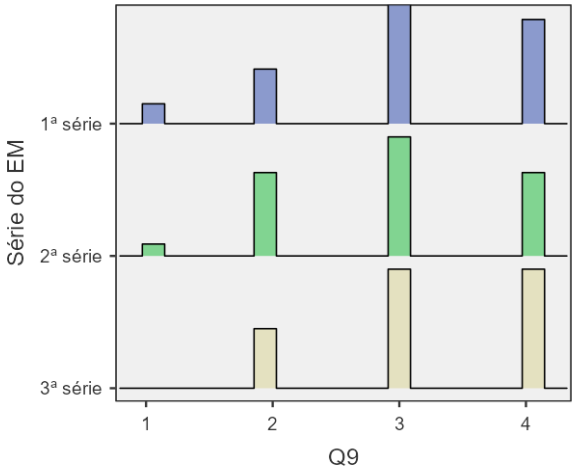
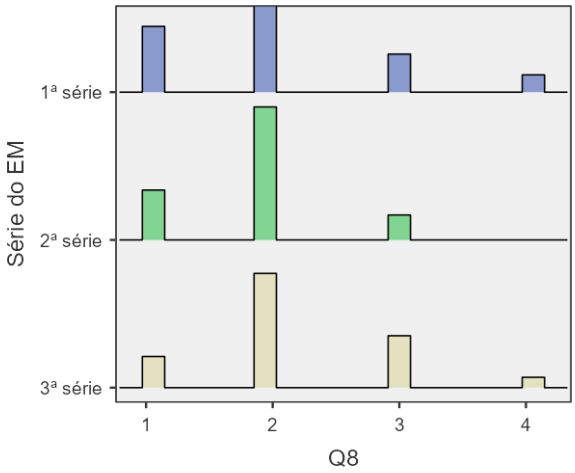
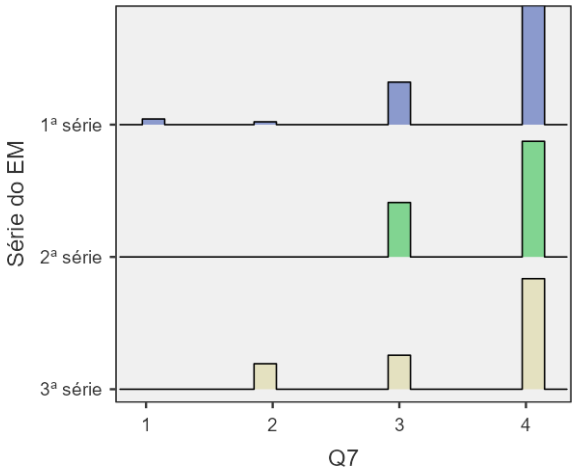


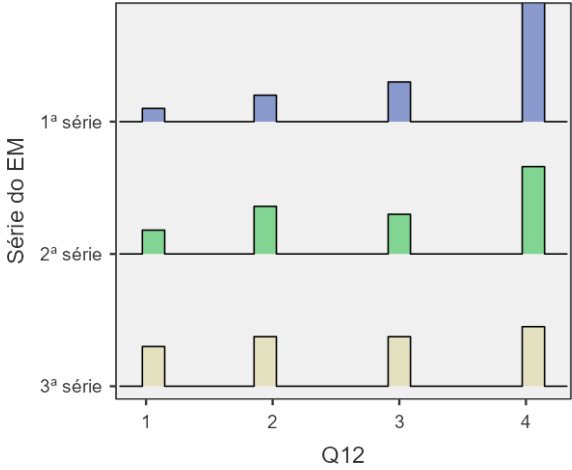
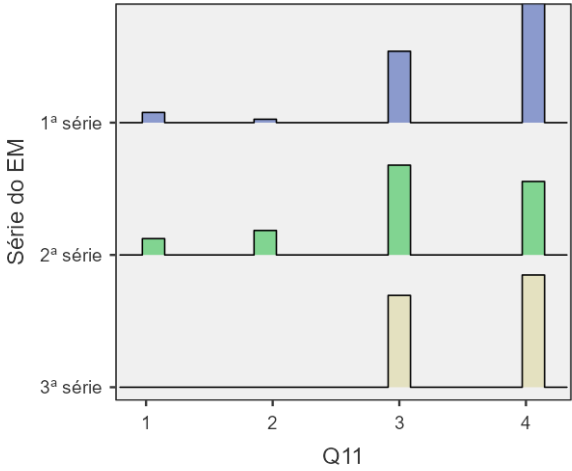
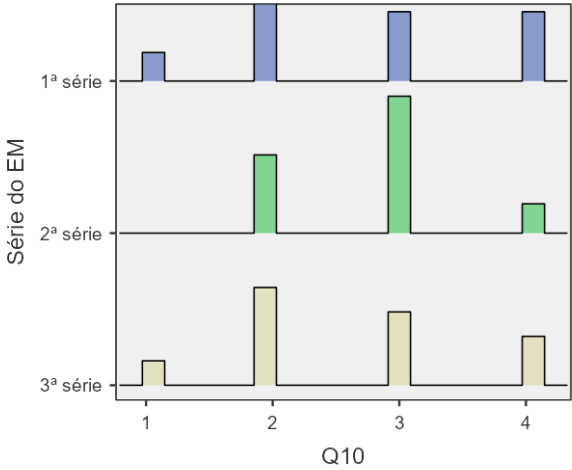
APÊNDICE F

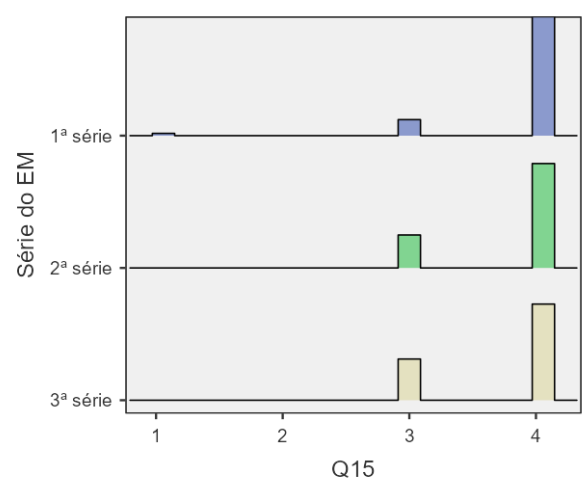
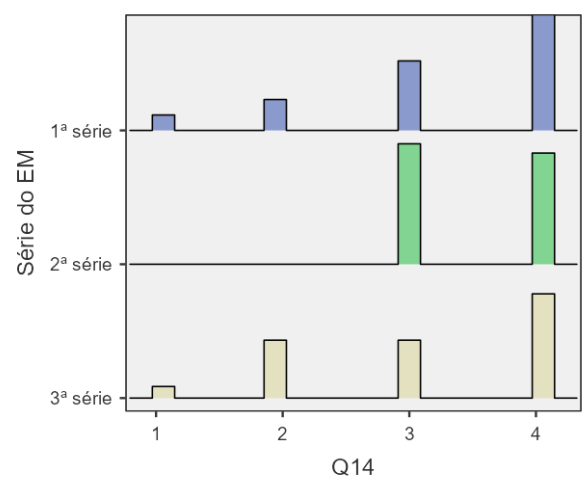
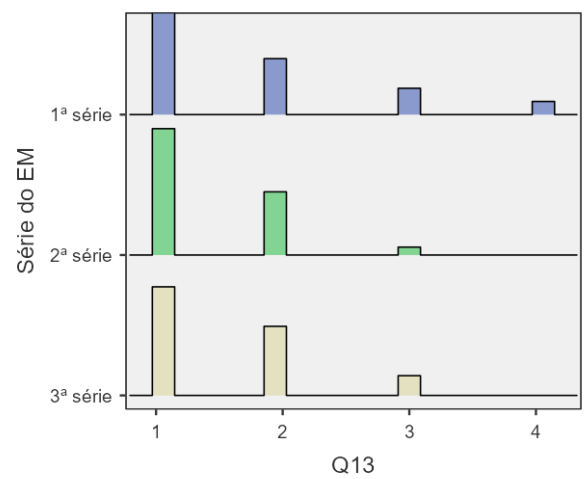
GRÁFICOS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA SEGMENTADA POR
SERIAÇÃO DO ENSINO MÉDIO

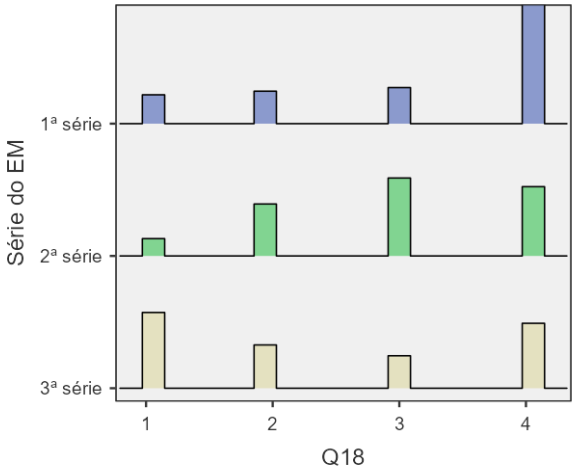
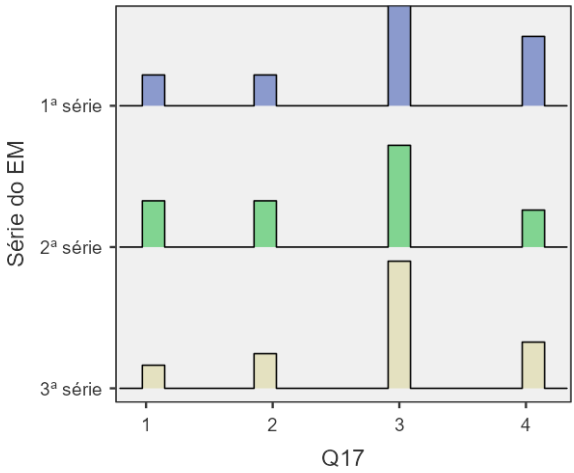
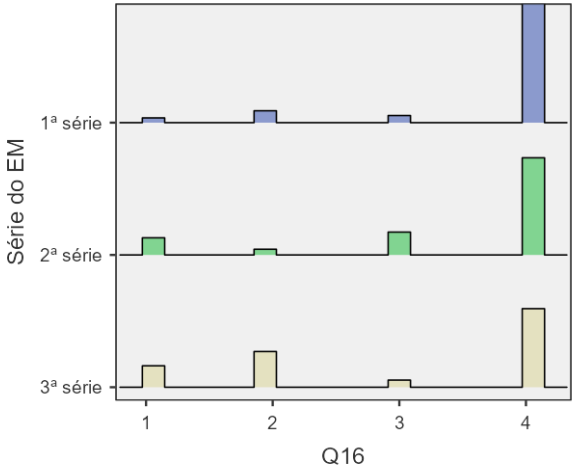


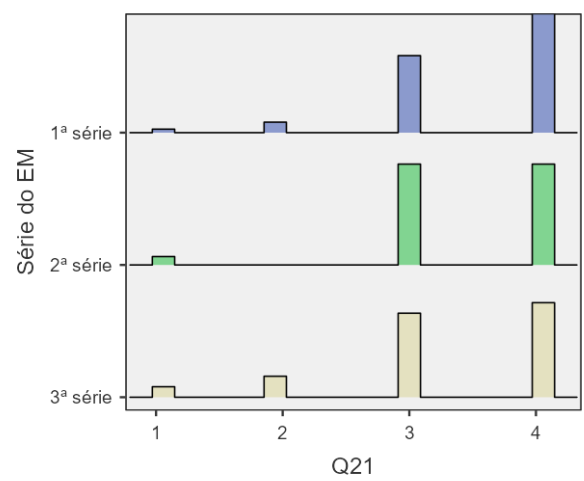
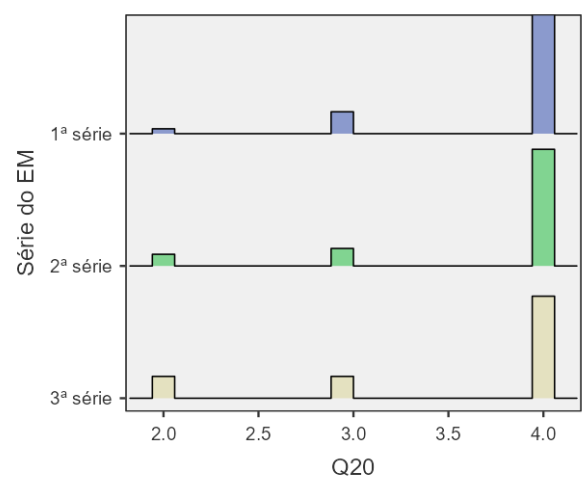
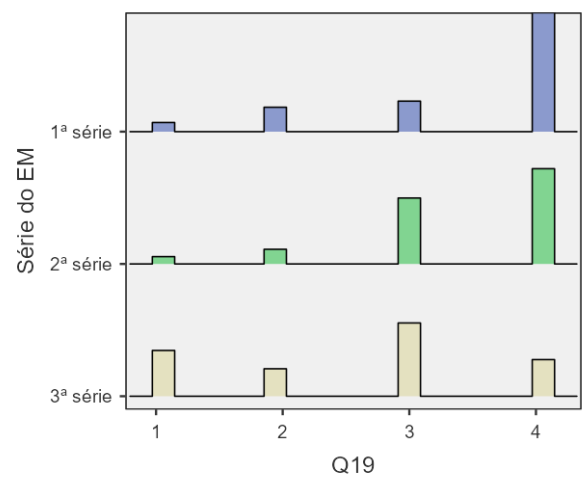








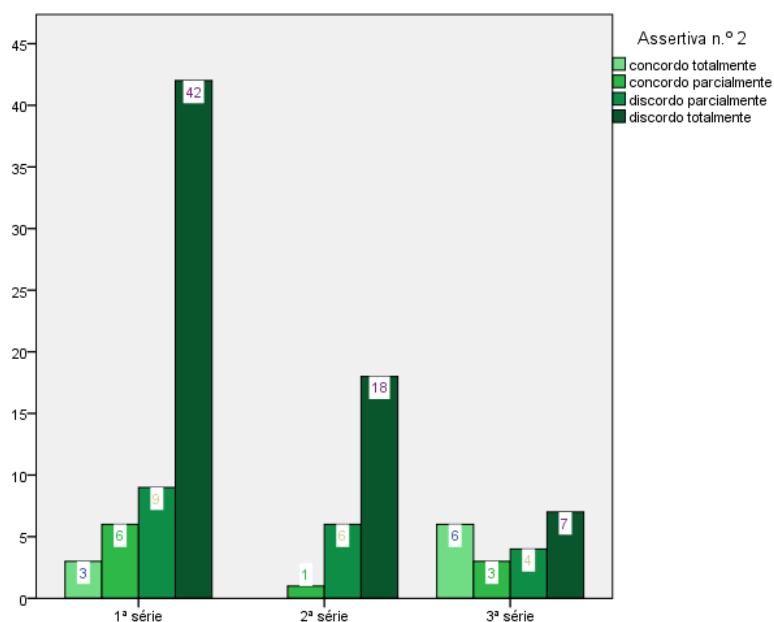




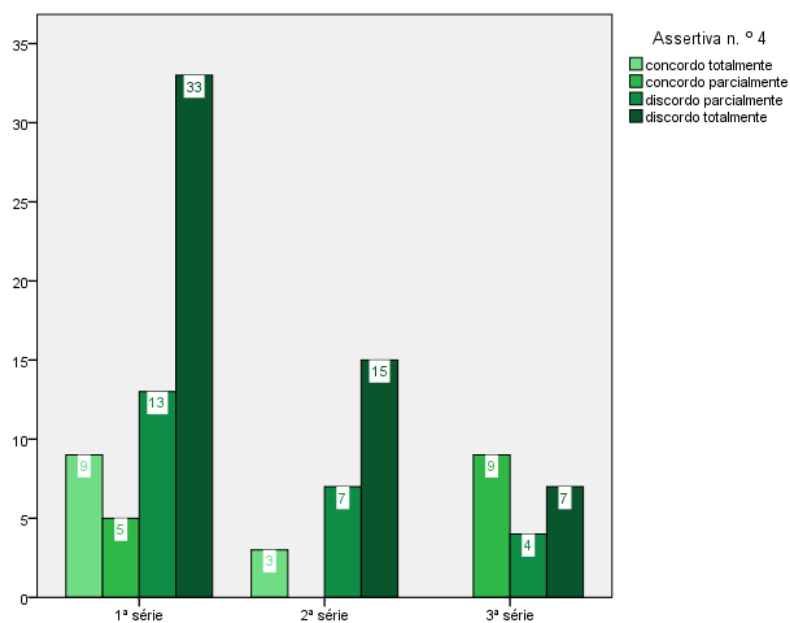
APÊNDICE G

GRÁFICOS DA ANÁLISE POR TABULAÇÃO CRUZADA DOS DADOS OBTIDOS A PARTIR DOS ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO DA ETEC (ASSERTIVAS NÃO ANALISADAS)

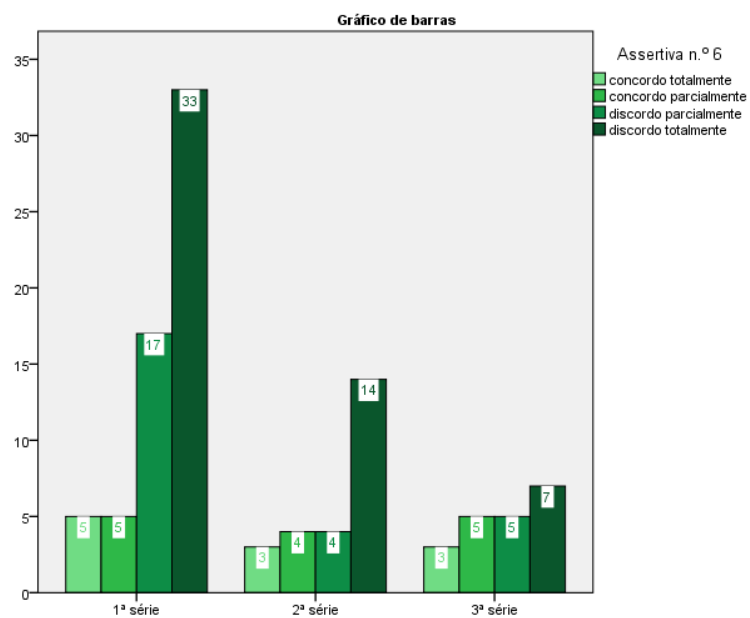
Q2: A única forma de preservar um ambiente natural é impedindo a presença permanente de populações tradicionais.



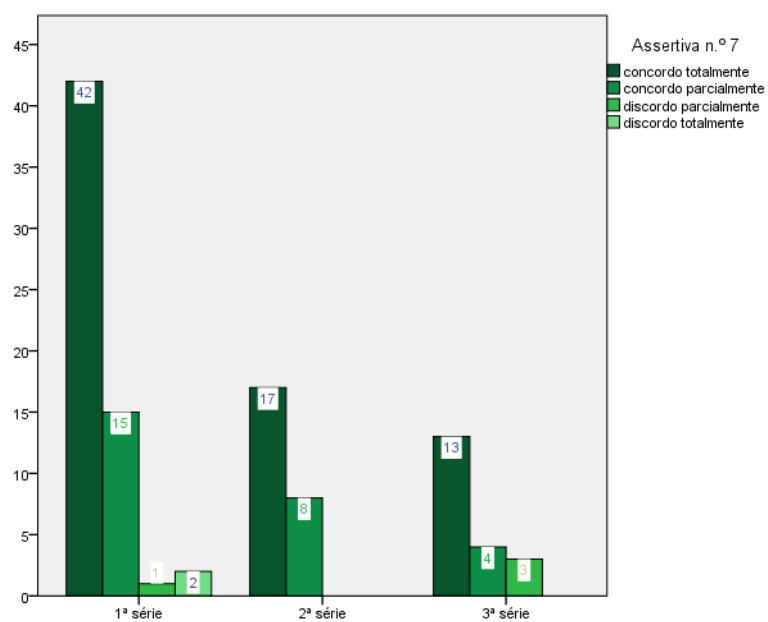
Q4: Toda ação, visando à conservação da biodiversidade, exclui a utilização sustentável do ambiente pelo ser humano.



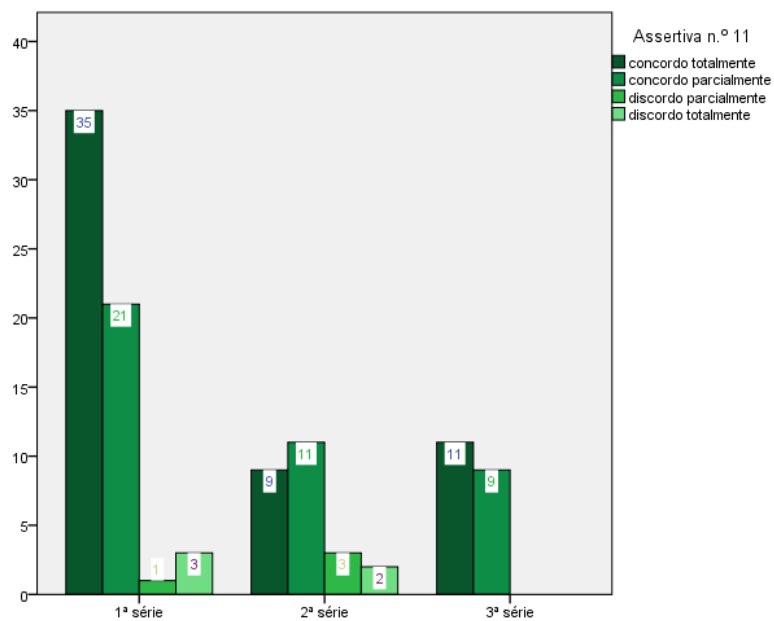
Q6: A conservação de um bioma independe de políticas públicas.



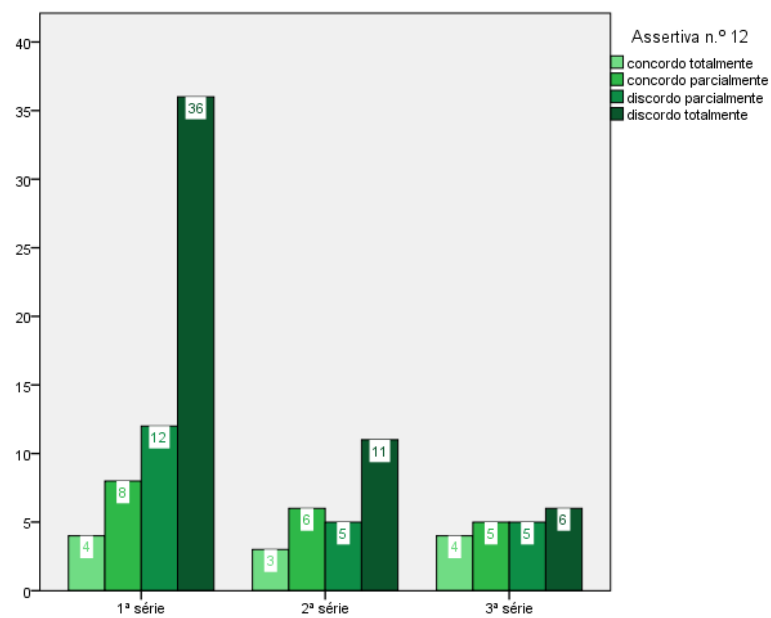
Q7: A conservação da biodiversidade inclui práticas para a manutenção dos processos ecológicos.



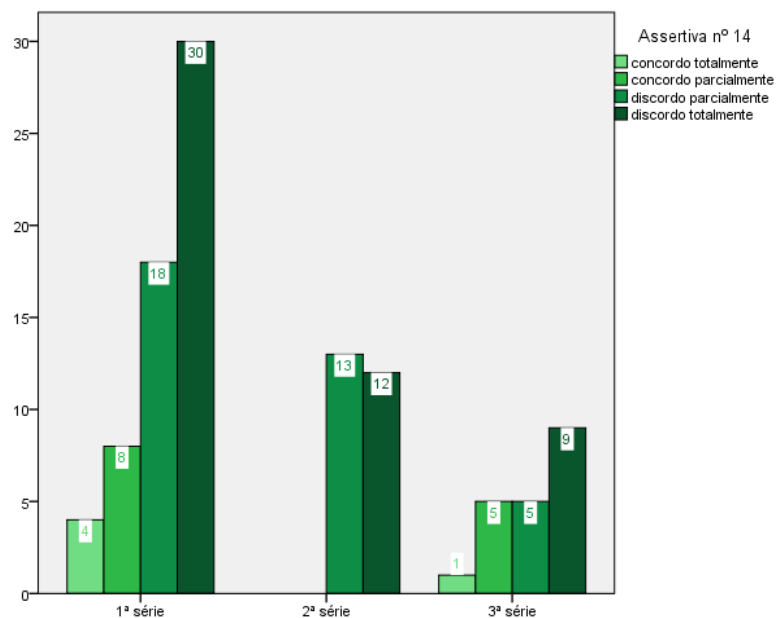
Q11: A conservação da diversidade biológica requer a manutenção da diversidade de ecossistemas, da diversidade de espécies e da diversidade genética.



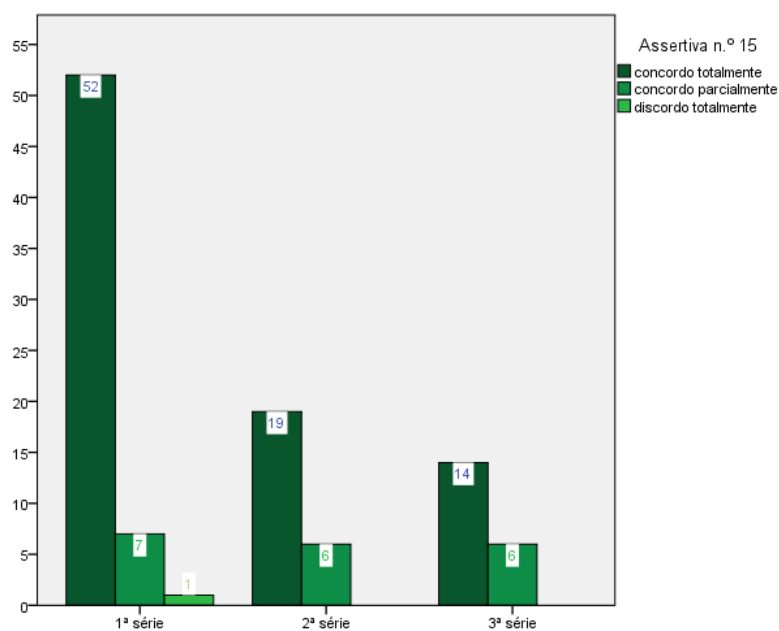
Q12: Os processos de conservação da biodiversidade independem das consequências das mudanças climáticas.



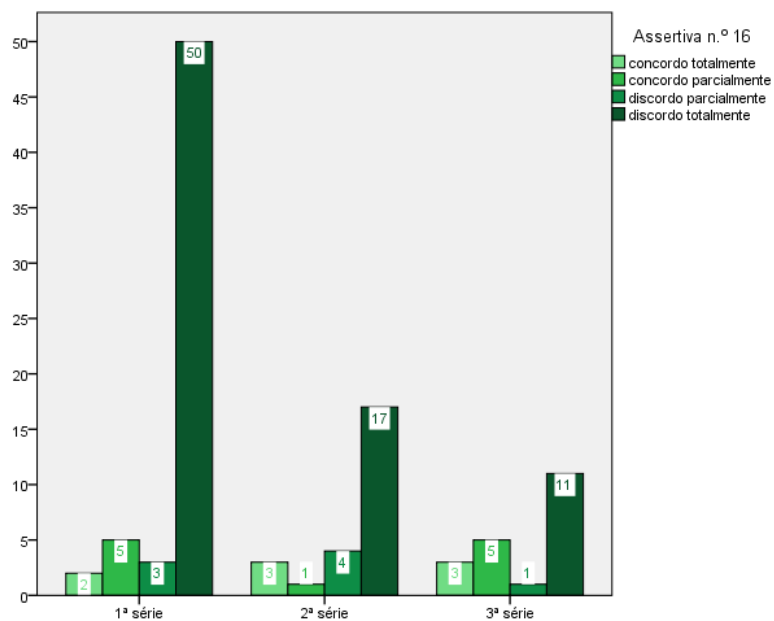
Q14: A conservação da biodiversidade só ocorre em territórios desabitados.



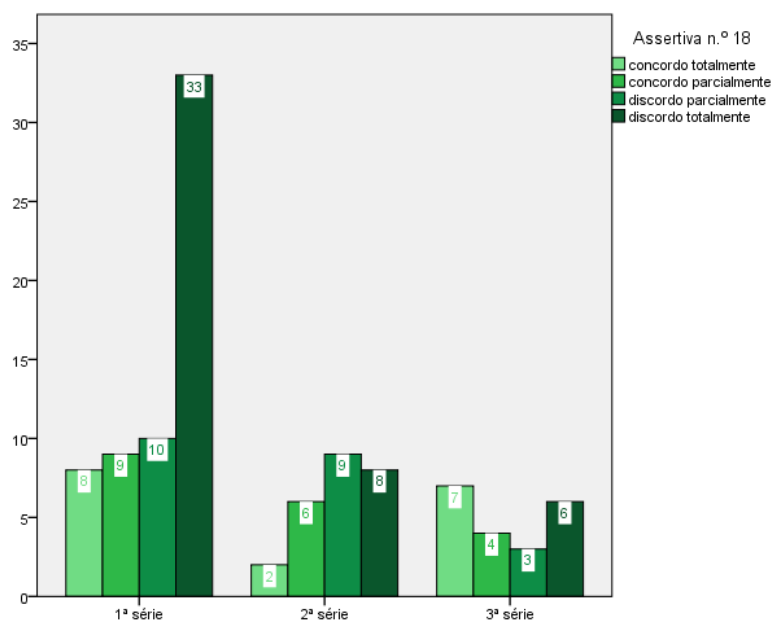
Q15: É importante a realização prévia de um levantamento de espécies nativas à flora da região a qual se pretende restaurar.



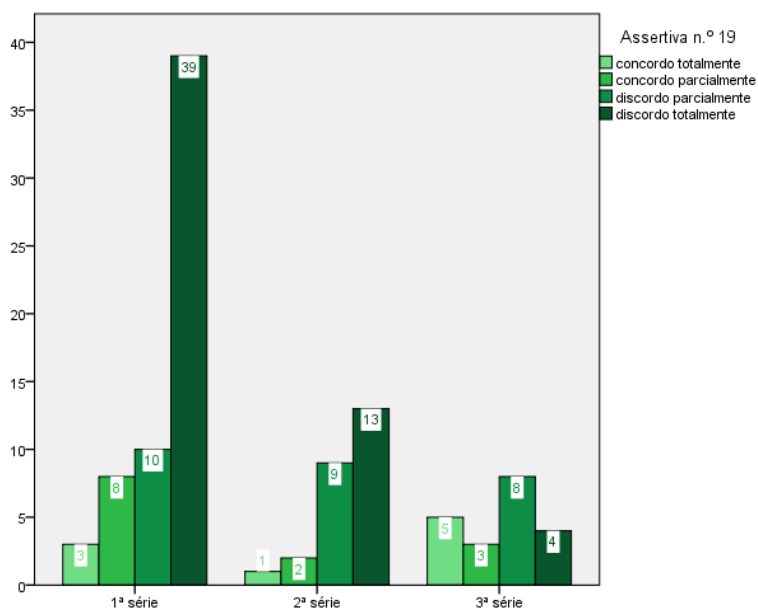
Q16: A deterioração do ambiente por mudanças de temperatura, umidade, salinidade e pH é irrelevante para a conservação da biodiversidade.



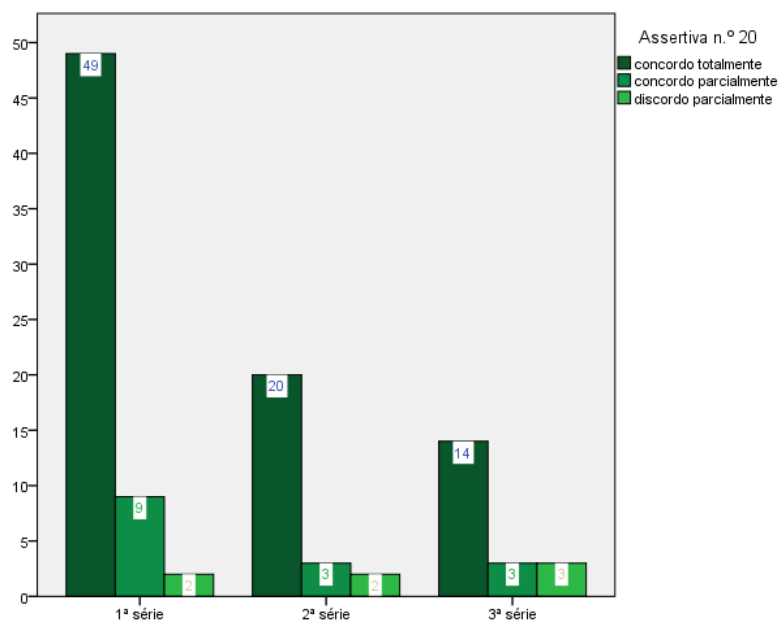
Q18: Em discussões sobre conservação da biodiversidade é dispensável considerar a diversidade cultural.



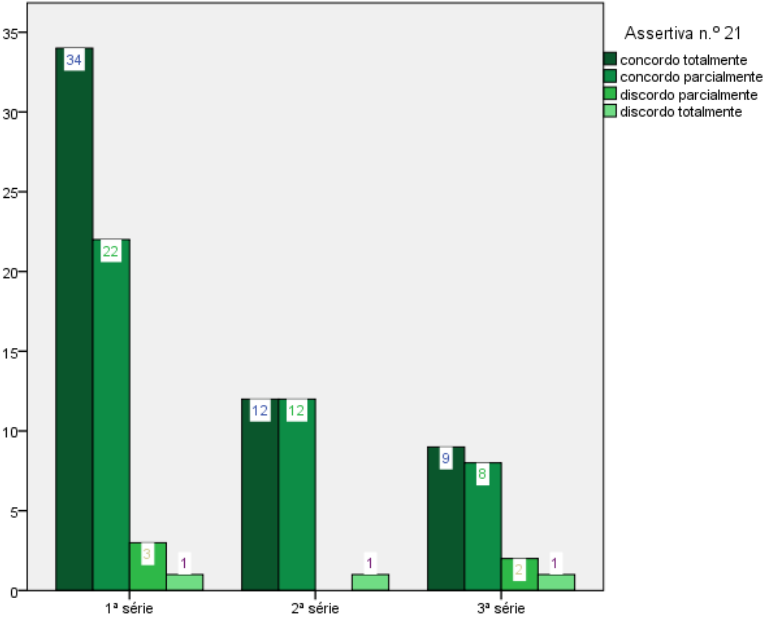
Q19: As populações tradicionais impossibilitam a conservação da biodiversidade.



Q20: A preservação da biodiversidade visa à proteção de espécies, habitats, ecossistemas e processos ecológicos a longo prazo.



Q21: A restauração ecológica de um ecossistema degradado inclui a restituição de processos ecológicos.



Q17	Rho de Spearman	0.08	0.19	0.07	0.16	0.28**	0.09	0.23*	-0.17	0.02	0.08	-0.09	0.27**	-0.18	0.38***	-0.03	0.35***	—	—
	gl	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	—
	p-value	0.43514	0.05337	0.49260	0.10600	0.00435	0.35420	0.01742	0.08288	0.81626	0.39490	0.38497	0.00625	0.07132	0.00008	0.74264	0.00022	—	—
Q18	Rho de Spearman	-0.04	0.37***	0.27**	0.17	0.25*	0.15	-0.06	-0.09	-0.00	0.09	-0.08	0.17	0.07	0.13	0.02	0.35***	0.13	—
	gl	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	—
	p-value	0.71153	0.00011	0.00463	0.07773	0.01059	0.11515	0.52946	0.35621	0.98669	0.38777	0.41152	0.08275	0.46557	0.20198	0.85846	0.00031	0.17442	—
Q19	Rho de Spearman	0.07	0.51***	0.20*	0.37***	0.38***	0.35***	0.04	-0.39***	-0.13	0.27**	0.04	0.40***	-0.08	0.46***	0.28**	0.48***	0.31**	—
	gl	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	—
	p-value	0.45045	<.00001	0.03738	0.00009	0.00006	0.00020	0.68446	0.00005	0.19894	0.00529	0.72022	0.00002	0.39152	<.00001	0.00452	<.00001	0.00131	—
Q20	Rho de Spearman	-0.05	0.16	0.04	0.20*	0.14	0.14	0.01	-0.24*	-0.05	0.10	0.18	0.19	-0.14	0.19	0.10	0.41***	0.20*	0.23*
	gl	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103
	p-value	0.57978	0.10363	0.66038	0.04230	0.15286	0.15671	0.92325	0.01325	0.60782	0.33215	0.06785	0.05358	0.14355	0.05210	0.28727	0.00001	0.04083	0.01796
Q21	Rho de Spearman	0.08	0.13	-0.12	0.19	0.09	0.06	0.04	-0.01	0.12	0.03	0.10	0.06	-0.06	-0.14	0.18	0.19*	0.22*	0.42***
	gl	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103
	p-value	0.41317	0.17614	0.20814	0.05800	0.37286	0.55616	0.67892	0.94909	0.22229	0.78710	0.30663	0.54574	0.55421	0.15413	0.06915	0.04759	0.97745	0.08442
	N	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001