



CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITAITUBA – LTDA
FACULDADE DE ITAITUBA – FAI
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JACY LORENA ROCHA PONTES

**A BIOLOGIA FORENSE: possibilidade de atuação profissional para
um biólogo**

Itaituba – Pará
2022

JACY LORENA ROCHA PONTES

**A BIOLOGIA FORENSE: possibilidade de atuação profissional para
um biólogo**

Trabalho de conclusão de Curso (TCC)
apresentado à faculdade de Itaituba para obtenção
do título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Me. Mara Aparecida Pereira do
Nascimento.

Itaituba – Pará

2022

PONTES, Jacy Lorena Rocha.

A Biologia Forense: possibilidade de atuação profissional para um biólogo. / Itaituba – PA /. Jacy Lorena Rocha Pontes. Itaituba: FAI, 2022.

64 f.: il.

Orientadora: Prof.^a Me. Mara Aparecida Pereira do Nascimento.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Itaituba, 2022.

1. Biólogo. 2. Biologia. 3. Especialidades. 4. Profissão. I. NASCIMENTO, Mara Aparecida Pereira do. II. Faculdade de Itaituba. Itaituba, BR – PA, 2022.

JACY LORENA ROCHA PONTES

A BIOLOGIA FORENSE: possibilidade de atuação profissional para um biólogo.

Trabalho de conclusão de Curso (TCC)
apresentado à faculdade de Itaituba para obtenção
do título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Me. Mara Aparecida Pereira do
Nascimento.

BANCA EXAMINADORA:

Presidente/orientadora: _____ Nota: _____

Prof.^a Me. Mara Aparecida pereira do Nascimento.

Avaliadora 1: _____ Nota: _____

Avaliadora 2: _____ Nota: _____

Resultado: _____ Média:

Itaituba – PA, 30 de julho de 2022.

*Dedico esta formação a minha
madrasta, Aldna, por sempre ter se
dedicado a mim, como a mãe que eu
nunca tive, participando de todo meu
esforço para este trabalho, para que eu
conseguisse chegar até aqui.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, Primeiramente, agradeço a **Deus**, por ser meu guia em toda esta jornada, dando-me vida e sabedoria.

A minha família, em especial, ao meu pai, **Cicero**, pelo incentivo, apoio e ensinamentos em todas as etapas da minha vida.

Agradeço também aos meus irmãozinhos **Evisthe**, **Arthur** e **Adalto**, por estarem na minha vida, sendo essas crianças maravilhosas.

A professora Mara Nascimento, pela dedicação em me ajudar a construir o pré-projeto e, em seguida, por ter aceitado a orientar minha pesquisa, dando me um norte da melhor forma para desenvolver e concluir este TCC.

Aos professores do curso de Ciências Biológicas por toda dedicação pessoal durante todo o curso, para que pudéssemos chegar até aqui. Em especial, agradeço aos professores **Karen Kluska** e **Wiliam Vasconcelos Rangel**, por acreditarem em mim, quando eu mesma não tinha certeza de que conseguiria concluir os projetos dados e, até mesmo a conclusão do curso. Eles, sempre, pacientes e persistentes, me ensinaram, mais do que conteúdos, pois mostraram que de fato somos capazes de tudo se quisermos.

Agradeço a turma de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas (FAI – 2018), pela parceria nesta jornada acadêmica, em especial, à acadêmica **Heloisa**, que no decorrer do curso deixou de ser uma colega de sala para ser uma amiga.

“Concentre-se naquilo que não mente.

As evidências”

“Eu não acredito nas pessoas, eu acredito nas evidências. Pessoas mentem, evidências não”.

(Frases da Série CSI: Investigação Criminal).

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), objetiva-se trazer a Biologia Forense à pauta acadêmica, buscar conhecimentos teóricos com vistas ao enriquecimento da formação em Ciências em Biológicas, lançar um olhar para esta possibilidade profissional e elaborar sugestões de atividades para o Ensino Médio, no intuito de despertar aptidões profissionais no alunado. Para o alcance dos objetivos propostos, contou-se com uma pesquisa bibliografia, de caráter exploratório descritivo e de abordagem qualitativa. Verificou-se que um curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas não se dedica somente à docência, pois, por meio da compilação de informações teóricas, constatou-se que se pode atuar em vários campos que a Biologia engloba. Entre as possibilidades profissionais possíveis a um biólogo, citamos a Biologia Forense, que permite-nos trabalhar, aplicando conhecimento da Biologia para análises dos vestígios encontrados e cenas de crime. Ficou passível de conclusão que a Biologia Forense figura como um campo de trabalho promissor, com possibilidade de promoções, mediante tempo de experiência e especializações e capacitações na área forense e, além disso, com boa carga horária e salários gratificantes.

Palavras-chave: Biólogo. Biologia Forense. Especialidades. Profissão.

ABSTRACT

This Course Completion Work (TCC) aims to bring Forensic Biology to the academic agenda, seek theoretical knowledge with a view to enriching the training in Biological Sciences, take a look at this professional possibility and develop suggestions for activities for Teaching Medium, in order to awaken professional skills in the students. In order to achieve the proposed objectives, a bibliographic research was carried out, with an exploratory, descriptive character and a qualitative approach. It was found that a Full Licentiate in Biological Sciences course is not only dedicated to teaching, because, through the compilation of theoretical information, it was found that one can act in several fields that Biology encompasses. Among the possible professional possibilities for a biologist, we mention Forensic Biology, which allows us to work, applying knowledge of Biology to analyze the traces found and crime scenes. It was possible to conclude that Forensic Biology appears as a promising field of work, with the possibility of promotions, through time of experience and specializations and training in the forensic area, and in addition, with good workload and gratifying salaries.

Keywords: Biologist. Biology Forensics. Specialties. Profession.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1: Biologia, conceito e aplicabilidade	40
Ilustração 2: Biologia Forense, conceito e aplicabilidade.. ..	40
Ilustração 3: Algumas especializações para a Biologia Forense	41
Ilustração 4: Entomologia Forense.	41
Ilustração 5: Botânica Forense	42
Ilustração 6: Hematologia Forense.....	42
Ilustração 7: Toxicologia Forense.....	43
Ilustração 8: Genética Forense	43
Ilustração 9: O sêmen como vestígio	44
Ilustração 10: O sangue como vestígio	45
Ilustração 11: Vestígios de tecidos, pelos e fios de cabelo	45
Ilustração 12: Vestígio de material fecal	46
Ilustração 13: Saliva e fluidos corporais	46
Ilustração 14: Urina como vestígio	47
Ilustração 15: A placenta como vestígio	47
Ilustração 16: Dentes e ossos como vestígio	48
Ilustração 17: As unhas como vestígio	48
Ilustração 18: A preservação dos vestígios biológicos	49
Ilustração 19: A contaminação	49
Ilustração 20: Sherlock - série de investigação criminal	52
Ilustração 21: Dexter - série de investigação criminal	53
Ilustração 22: CSI - série de investigação criminal	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E BIOLÓGICAS	12
2.2 A BIOLOGIA: ASPECTOS HISTÓRICOS EVOLUTIVOS	15
2.3 FORMAÇÃO E ESPECIALIDADES DA BIOLOGIA	19
2.4 ASPECTOS DA LEGALIZAÇÃO DA PROFISSÃO DE BIÓLOGO	23
2.5 POSSIBILIDADES DE ATUAÇÃO PROFISSIONAL PARA UM BIÓLOGO	25
3 METODOLOGIA	35
3.1 A CONCEPÇÃO GERAL SOBRE METODOLOGIA	35
3.2 A METODOLOGIA ADOTADA QUANTO A NATUREZA E AO OBJETIVO	35
3.3 QUANTO AO PROCEDIMENTO TÉCNICO	36
3.4 QUANTO A ABORDAGEM PARA ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1 BIOLOGIA FORENSE: SUGESTÕES METODOLÓGICAS NO ENSINO MÉDIO	38
4.1.1 Informações gerais do projeto	38
4.2 APRESENTANDO A BIOLOGIA FORENSE	39
4.3 BIOLOGIA FORENSE: CINE DEBATE COMO PROPOSTA METODOLÓGICA	51
4.4 ATIVIDADE DE PESQUISA EM CAMPO	55
4.5 EXPERIÊNCIA DE OFICINA PEDAGÓGICA REALIZADA NO PARANÁ	57
5 CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), objetiva-se trazer a Biologia Forense à pauta acadêmica, buscar conhecimentos teóricos com vistas ao enriquecimento da formação em Ciências em Biológicas, lançar um olhar para esta possibilidade profissional e elaborar sugestões de atividades para o Ensino Médio, no intuito de despertar aptidões profissionais no alunado. Para o alcance dos objetivos propostos, contou-se com uma pesquisa bibliográfica, de caráter exploratório descritivo e de abordagem qualitativa.

O Ensino Médio corresponde a uma faixa etária de adolescentes e jovens que já aponta para a escolha de uma graduação e futura profissão. Os docentes, de maneira geral, dedicam-se aos conteúdos programáticos de suas respectivas disciplinas, muitos, com a preparação para o vestibular, mas não apresentam as possibilidades de atuação profissional conforme a área que está ministrando aula.

Uma graduação em ciências Biológicas, além do direcionamento para a docência e para a pesquisa, também pode apontar para várias áreas de atuação profissional, dependendo de capacitações e especializações posteriores, como, por exemplo, a Biologia Forense, que pelas pistas matérias deixadas em cenas de crimes, auxilia efetivamente desvendando crimes.

Vale trazer informações quanto ao ganho financeiro desta área. Um Biólogo Perito Criminal, em início de carreira, ganha em média R\$ 4 mil reais, porém com experiência e especialização na área, o salário pode ultrapassar R\$ 10 mil reais (<https://biologiaparabiologos.com.br>).

O último concurso do Estado de Alagoas, por exemplo, ofereceu 121 vagas imediatas e mais 121 de reserva para, com carga horária de 40 horas semanais, com salários de R\$ 2.760,83 a R\$ 9.646,81 reais, para: perito Criminal (constata materialidade do fato, realiza exames e emite laudo pericial), Papiloscopista (orienta e executa coleta de impressões digitais, papilares e plantares, inclusive em cadáveres), Técnico Forense (prepara o cadáver para necropsia e presta assistência aos peritos médicos-legistas e odonto-legistas) (<https://www.estrategiaconcursos.com.br>).

Mediante o exposto e pela gama de informações teóricas coletadas e analisadas, justifica-se a escolha deste tema com relevante, para área de

acadêmicos e docentes de Ciências Biológicas, para estudantes do Ensino Médio, e, enfim de maneira geral, a quem possa interessar, visto que este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), depois de apresentado, ficará à disposição na biblioteca da instituição de ensino (FAI), bem como, será disponibilizado na versão digital na Internet.

Este estudo estrutura-se da seguinte forma: esta introdução apresentando a problematização motivadora para a escolha do tema, sua relevância e os objetivos da pesquisa. A fundamentação teórica inicia falando sobre o Ensino de Biologia na Educação Básica, a História da Biologia e suas ramificações, para então afunilar a pesquisa abordando a profissão do Biólogo, no que tange a legalização e possibilidade de atuação profissional, com ênfase na Biologia Forense. Na sequência aparece a metodologia de forma detalhada. Os resultados trazem sugestões metodológicas elaboradas para o ensino Médio, apresentado a Biologia Forense. Finaliza-se com a conclusão do estudo e com a apresentação das referências utilizadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E BIOLÓGICAS

Antes de se chegar a abordagem das possibilidades profissionais para o biólogo, em especial, no âmbito forense, se faz importante discorrer um pouco sobre o ensino de Ciências Físicas e Biológicas na Educação Básica. A escola tem seu papel importante na sociedade, pois reflete mudanças na mesma e essas mudanças fazem com que a sociedade possa atender novas perspectivas de acordo com o atual momento histórico. Há varias concepções com grande influência de ensino sobre todas as áreas do conhecimento. Os componentes curriculares das disciplinas foram sofrendo uma diversidade de simbioses que determinaram os caminhos do ensino de Biologia na Educação Básica (LUIZ, 2007).

As políticas públicas educacionais para o campo do ensino de Ciências e Biologia é algo complexo, porque, como há várias versões do que se domina ensino de Ciências e Biologia. Cada versão histórica é inserida em diferentes cenários socioculturais, produzindo sentidos e assumindo significados distintos, a depender também dos sujeitos e das instituições com que dialoga. Dessa forma, compreendese que este referido ensino, dentro dos contextos escolares, é engendrado, disseminado e legitimado por uma variedade de conhecimentos e de práticas com diversas finalidades (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

O processo educativo, a partir da compreensão de educação para a formação do homem e fortalecimento das classes, sugeriu a necessidade do aproveitamento do conhecimento de Ciências Naturais para o momento da cientificidade nas escolas, de modo que a escola passou a construir sua própria história na construção de um ensino que primasse pelos conhecimentos ligados à ciência (SAVIANI, 2006).

É necessário entender como se dá o transcorrer do processo evolutivo e das marcas ideológicas e fisiológicas, que fazem de uma identidade eficaz de ensino de Ciências na escola básica. É somente no transcurso histórico em que a escola se permitiu caminhar, que se pode encontrar as marcas e diferentes históricos que nos permitem compreender a real abordagem do ensino de Biologia nas escolas (TEIXEIRA, 2003).

O estudo de línguas clássicas e Matemática foram estudados na primeira fase de ensino no Brasil, foi uma formatação herdada dos jesuítas que constituíram a organização do ensino no Brasil, isso até o século XIX, quando então os estudos do científico na educação ocorreu conforme as exigências de transformações que faziam com que houvesse o crescimento da Ciência com relevância (LUIZ, 2007).

No período XIX houve, surgimento de inúmeras descobertas e teorias científicas impactantes, como a Teoria da Evolução das Espécies, de Charles Darwin (1858), e a publicação do *Traité élémentaire de chimie* (Tratado elementar de Química), de Lavoisier (1789), que frisaram a importância das ciências na construção do mundo moderno e influenciaram no ensino formal em diversos países. Houve também um grande desenvolvimento industrial, no qual passou uma nova conotação aos cientistas, para que se tornassem agentes do progresso tecnológico e econômico através de suas descobertas. Entretanto, o ensino de ciências estava sob duas percepções, a ciência para equacionar problemas cotidianos e a ciência acadêmica como precursora de novos cientistas (DEMO, 2002).

O Ensino de ciências (Biologia) em sala de aula é rico em conteúdo. Pesquisadores da área se preocupam com a superficialidade de ensino que é repassado, pois acreditam que a biologia em si, possui outras funções além daquelas tradicionalmente propostas no currículo escolar. Os pesquisadores frisam que, os jovens deverão ser preparados a enfrentar e a resolver problemas com nítidos componentes biológicos, como o aumento da produtividade agrícola e a preservação do ambiente (LEPIENSKI; PINHO, 2011).

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, na sociedade moderna há uma supervalorização do conhecimento científico, portanto não é possível a formação de um cidadão reflexivo e crítico sem o saber científico, visto que a Ciência colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, bem como, para reconhecer o ser humano como indivíduo e como parte do universo (BRASIL, 1997).

A compreensão dos conceitos de Ciências e Biologia se apresentam na prática quando o indivíduo fundamenta suas decisões diante do consumo de produtos, visto que trata-se de uma construção da realidade por parte do aluno assimila de modo individual e bastante particular os objetos a que se submete (KRASILCHIK, 2004). Corroborar Calil (2013) comentando que alguns dos conceitos científicos podem ser

determinantes para a formação do pensamento analítico e crítico de crianças e jovens em idade escolar.

Silva (2013) afirma que o ensino de Biologia, contribuiu na formação da consciência crítica, *oferecendo* informações e correlações próprias dessa área, informações que permitem uma visão mais ampla do mundo. Nessa direção, a apropriação dos conceitos e procedimentos científicos contribui para a ampliação das explicações acerca dos fenômenos da natureza, para a compreensão quanto aos modos de utilizar os recursos da natureza, para a compreensão dos recursos tecnológicos e para a reflexão sobre questões éticas nas relações entre Ciência. Portanto, o referido conhecimento pode ser considerado como grande ferramenta para a transformação do mundo contemporâneo.

A Biologia está presente cotidianamente, ao estudar as mais diversas formas de vida, o funcionamento dos organismos e os fenômenos naturais, aspectos que possibilitam esta ciência ser considerada a base para as outras (ARAÚJO, 2014). O conhecimento biológico abrange diversos conteúdos e fenômenos impossíveis de serem enumerados. É objeto de estudo da Biologia o fenômeno vida em toda sua diversidade de manifestações, que se caracteriza por um conjunto de processos organizados e integrados, no nível de uma célula, de um indivíduo, ou ainda de organismos no seu meio (BRASIL, 2000).

Portanto, segundo Silva e Landim (2012) o ensino de ciências biológicas deve ser voltado a uma reflexão crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade. Para tanto, não deve se limitar à mera descrição de conteúdos teóricos, mas sim oferecer condições para que o aluno possa construir seus conhecimentos através de atividades práticas, preferencialmente a partir da valorização da natureza interdisciplinar da ciência.

Neste contexto de perspectiva, para o trabalho com a disciplina de Biologia no Ensino Médio, a Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação aponta os seguintes conteúdos e eixos temáticos a serem explorados, conforme Costa e Costa, (2006): Citologia, histologia, embriologia e sexualidade, Biologia molecular, genética e evolução, o corpo Humano, Saúde em todas as dimensões, o universo natural vivo, Biodiversidade e ambiente.

Os autores supracitados frisam que é que a vida, com sua diversidade de manifestações, seja fenômeno que ocupa o centro das atenções do ensino de Biologia, com prioridade aos seus aspectos integradores e contextualizados. Esta visão de representa a proposta de ensino de Biologia está relacionada às mudanças da disciplina ocorridas nas últimas décadas, ou seja, tendo a vida como conceito fundamenta, de forma a integrar aos conhecimentos gerados pela física e pela química.

Em suma, compreende-se que no trajeto da educação brasileira, ocorreram inúmeras transformações, em questões de ensino, aprendizagem e métodos. Enfatizando-se o estudo em Ciência e Biologia na escola, percebemos que tamanha é sua importância e seu fundamental papel para a sociedade científica, inclusive para o tão necessário desenvolvimento das noções de ambiente.

2.2 A BIOLOGIA: ASPECTOS HISTÓRICOS EVOLUTIVOS

A palavra Biologia vem do grego (bio, vida; logia, estudo), denominada a ciência que estuda os seres vivos e as leis que regem o seu funcionamento, ou “estudo da vida”. Esse termo foi utilizado pela primeira vez pelo naturalista alemão Gottfried no título do seu livro Biologia “Filosofia da vida natural”, publicado em 1802. Na sequência, cita-se Jean-Baptiste Lamarck como um dos primeiros cientistas a utilizá-lo. Mas, o termo Biologia para nomear uma ciência só surgiu mesmo no século XIX, embora que o estudo dos seres vivos tenha se iniciado a muito tempo antes disso, sendo um dos alicerces para o estabelecimento da civilização (ARAÚJO, 2012).

Mais especificamente, as ciências biológicas têm origem nas práticas ancestrais de medicina e de história natural que remontam à Ayurveda, à medicina do Antigo Egito e às obras de Aristóteles e Galeno durante a Antiguidade clássica (BRASIL, 2020).

A história da Biologia tem origem na pré-história, quando o homem começou a observar as plantas e perceber que tinham uma época certa do ano para sua frutificação. Com o tempo, aprendeu quais plantas eram venenosas, quais serviam como remédio, bem como, quais os frutos podiam ser consumidos. Tais conhecimentos tem registros datados da época em que viveu o Homem de

CroMagnon (45.000-8.000 a.C.), inclusive, achados arqueológicos revelaram que os homens primitivos também chegaram a fazer trepanação, ou seja, furos no crânio de indivíduos, procedimento para curar doenças ou aliviar dores (ARAUJO, 2012).

O conhecimento sobre características biológicas de espécies de plantas, promoveu seu cultivo e a produção de seus derivados (farinha, caldos, sucos, bebidas alcoólicas, armas, abrigos e cordas). O conhecimento científico e suas teorias formuladas só foram consideradas a partir 3.000 a.C., quando a escrita começou. A Ciência ganhou relevância em torno de 10.000 a.C., na região do Oriente Médio (ARAUJO, 2012).

O primeiro registro de pensamento científico é atribuído à Tales de Mileto, que viveu no século VI a.C. Na época todos os fenômenos observados na natureza eram atribuídos aos deuses, mas quando Tales encontrou uma concha nas proximidades de sua casa, região distante vários quilômetros do mar, concluiu que aquele local teria tido um mar em tempos remotos. Na sequência histórica, Aristóteles, mais ou menos em IV a.C., tentava classificar de alguma forma os seres vivos, afirmando que os seres racionais apresentavam temperatura corporal quente e corpo seco e os irracionais apresentavam temperatura fria e corpo úmido (BRASIL, crbio06, 2020).

Klein, Dutra e Dattein (2015), oferecem uma linha do tempo do desenvolvimento da Biologia, que aqui adaptamos para esclarecer o seu histórico evolutivo:

- **VII e VI a.C** - Jônios - nas ilhas de Jônia os habitantes passam a deixar a magia de lado e a racionalidade começa a ter mais espaço para aceitar fatos e questões.
- **IV a.C** - Aristóteles, filósofo grego considerado o pai da Zoologia, catalogou mais de 500 espécies de animais, através de suas semelhanças e diferenças.
- **460-377 a.C** - Hipócrates - considerado o pai da Medicina, formulou a teoria das gêmulas, que os pais as possuíam e passavam para as suas proles.
- **170** - Galeno começou a estudar a anatomia do ser humano, descobriu que as veias não transportam ar e sim sangue.
- **1313** - Mondino de Liuzzi publicou o primeiro livro de anatomia humana, aperfeiçoando o trabalho de Galeno.

- **1591** - Hans Janssens e seu filho criaram o primeiro microscópio, que tinha como fonte a luz solar, que refletia sobre um espelho, ampliando o material a ser observar
- **1650** - Antony Van Leeuwenhoek estudou a Biologia Celular, descreveu estruturas celulares dos vegetais e observou e descreveu fibras musculares, bactérias e protozoários.
 - **1665** - Robert Hooke publica os primeiros desenhos de células observadas ao microscópio (células mortas de cortiça), afirmando que são unidades funcionais e estruturais dos organismos, comuns a todos os seres vivos.
 - **1735** - Carl von Linné propôs um sistema de classificação dos seres vivos denominado Taxionomia.
 - **1778** - Lamark dividiu a natureza: os animais em seres orgânicos e os vegetais e minerais em seres inorgânicos.
 - **1798** - Edward Jenner desenvolveu a primeira vacina contra a varíola.
 - **1831** - Robert Brown, estudando partes das plantas ao microscópio, descobre o núcleo das células.
 - **1859** - Charles Darwin criou as teorias da evolução das espécies e concluiu que somente os seres que melhor se adaptam ao seu ambiente, sobrevivem.
 - **1860** - Louis Pasteur provou a origem dos micro-organismos desmentindo a teoria da abiogênese.
 - **1865** - Louis Pasteur desenvolveu a pasteurização.
 - **1866** - Gregor Mendel demonstra a existência de elementos individuais e autorreplicáveis, posteriormente, chamados de genes, responsáveis pela manifestação das características hereditárias.
 - **1866** - Ernst Haeckel escreve as primeiras obras das relações animais e vegetais com o meio ambiente.
 - **1869** - Friedrich Miesche encontra uma nova substância orgânica, isolada de núcleos de células de pus humano, denominada nucleína, o que vinte anos mais tarde foi chamada de ácido nucléico.
 - **1879** - Walther Flemming descreve o comportamento dos cromossomos durante a divisão celular.

- **1915** - Thomas Morgan estabelece a relação entre genes e cromossomos, e formula a teoria cromossômica da herança.
 - 1923** - Robert Feulgen, pelo método de coloração DNA-específico, fortalece a teoria de que os genes estão localizados nos cromossomos.
- **1928** - Alexander Fleming criou a penicilina a partir do fungo *Penicillium*.
- **1929** - Phoebus Levene descreve a composição química dos ácidos nucléicos.
- **1944** - Oswald Avery comprova, após alterar a descendência de uma bactéria com o DNA de outra, que esta substância é o material genético, abolindo de vez a tese de que as informações hereditárias estariam guardadas nas proteínas.
- **1950** - Erwin Chargaff verifica que existe uma proporção aproximada de 1:1 entre as bases nitrogenadas adenina (A) e timina (T) e 1:1 entre citosina (G) e guanina (G).
- **1951** - Alexander Tood estuda minuciosamente os nucleosídeos (base nitrogenada ligada a um açúcar) e conclui que estes estão ligados a grupos fosfatos das moléculas de desoxirribose, o açúcar do DNA.
- **1952** - Rosalind Franklin descobre, entre outras características, que os grupos fosfatos do DNA estão situados na parte externa da molécula e que esta é formada por cadeias antiparalelas. Estas informações oferecem fortes indícios de qual seria a conformação espacial da estrutura da molécula de DNA.
- **1953** - Miller e Urey criaram os aminoácidos a partir de experimentos com elementos que haviam na terra.
- **1954** - Francis Crick e James Watson desvendam a estrutura da molécula de DNA, constituída por uma dupla hélice.
- **1960** - James Till e Ernest McCulloch comprovaram a existência e as funções das células-tronco.
- **1964** - Peter Higgs criou a teoria da colisão de dois prótons que teriam dado origem ao universo.
- **1973** - Stanley Cohen e Herbert Boye realizaram os primeiros experimentos de engenharia genética, criando o primeiro organismo

transgênico, ao inserir genes de resistência a antibióticos numa bactéria.

1977 - Frederick Sanger elabora uma técnica capaz de determinar a ordem.

- **1978** - Frederick Sanger representa a sequencial das bases nitrogenadas do DNA de qualquer organismo vivo.
- **1983** - Kary Mullis idealiza uma técnica experimental que permite obter múltiplas cópias de um fragmento qualquer de DNA.
- **1985** - Alec Jeffreys desenvolve a técnica precursora do teste de paternidade e com a qual é possível identificar cada pessoa por meio do que, segundo o próprio pesquisador, seria um “código de barras” humano.
- **1996** - Ian Wilmut realiza o primeiro nascimento de clone de um mamífero adulto, a ovelha Dolly, obtido por a partir de uma célula da glândula mamária.
- **2000** - pesquisadores paulistas demonstram o sequenciamento do genoma da bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora da doença do amarelinho em cítricos.
- **2001 – 2003** - a empresa Celera Genomics e um consórcio de laboratórios internacionais (Organização do Genoma Humano) elaboram rascunho do mapeamento do genoma humano, revelando que este é formado por aproximadamente 30 mil genes.

Observa-se que século XIX foi particularmente rico para a história da Biologia, graças aos trabalhos de cientistas notáveis como Charles Darwin, Gregor Mendel e Louis Pasteur. Charles Darwin, nascido na Inglaterra em 1809, é considerado o “pai da Biologia Moderna, teorizando a evolução das espécies em seu famoso livro “A Origem das Espécies” (ARAUJO, 2012).

Em suma, compreendeu-se que os acontecimentos pontuados na linha do tempo, é possível verificar que os fatos relatados apontam para descobertas e pesquisas realizadas que são de fundamental importância para explicar fenômenos, acontecimentos, bem como, diagnóstico, prevenção e cura de doenças.

2.3 FORMAÇÃO E ESPECIALIDADES DA BIOLOGIA

O curso de graduação em Ciências Biológicas, dura em média de três a quatro anos, podendo ser presencial ou à distância. Tem como foco as diferentes formas de vida e tudo que envolve suas origens, evolução, crescimento, reprodução, organização celular.

A grade curricular dependerá do curso escolhido, ou seja, Licenciatura ou bacharelado. A licenciatura tem como objetivo formar professores, tendo em sua grade disciplinas sobre metodologias de ensino, já o bacharelado forma pesquisadores e costuma trabalhar disciplinas que pertencem a subáreas das Ciências Biológicas. Após uma formação na graduação, ou seja, Licenciatura Plena ou Bacharelado, o biólogo pode fazer cursos de especialização em diversas áreas. Segue algumas especialidades e suas descrições informativas:

Zoologia: estudo dos animais vertebrados e invertebrados em todos os seus aspectos, uma área multidisciplinar. Ela passou a ser considerada ciência com o trabalho do grego Aristóteles, que reuniu todos os fatos zoológicos conhecidos até então, e lançou um sistema de classificação para todos os animais (TOURINO, 2010).

Botânica: ramo da Biologia que estuda os vegetais. Seu histórico teve início com o estudo das plantas medicinais, registros contidos nos livros dos templos Egito Antigo, com descrições de plantas no embalsamamento de cadáveres e de plantas medicinais. À medida que o conhecimento sobre as plantas aumentava, foi havendo a necessidade de organizá-lo (SILVA, 2014).

Biologia Ambiental e Biologia da Conservação: dizem respeito às áreas voltadas para o estudo do Meio Ambiente. Os biólogos da conservação buscam manter três importantes aspectos da vida na Terra: a diversidade natural encontrada nos sistemas vivos (biodiversidade); a composição, a estrutura e o funcionamento desses sistemas (integridade ecológica); e sua resiliência e habilidade de resistir ao longo do tempo (saúde ecológica) (CALLICOTT, 1990).

Biotecnologia: estudo da tecnologia baseada na Biologia, desenvolvendo tecnologias a partir de organismos vivos, ou matéria prima a partir deles, baseado nos processos biomoleculares e celulares, para criar ou modificar produtos. Ela explora processos celulares e biomoleculares para o desenvolvimento de produtos e processos para resolver problemas e criar produtos de utilidade. Gera benefícios

para saúde, meio ambiente, agricultura e infraestrutura, indústria farmacêutica, indústrias alimentícia e agropecuária, diversas aplicações tecnológicas são feitas melhorando a conservação dos alimentos (SILVA; MACAGNAN; CARDOS, 2021).

Bioética: estudo transdisciplinar entre Biologia, Medicina, Ética e Direito. Objetiva indicar os limites e as finalidades da intervenção do homem sobre a vida, identificar os valores de referência racionalmente, denunciar os riscos das possíveis aplicações. Mais especificamente, é um campo de estudo onde são abordadas questões de dimensões morais e éticas, que relacionam pesquisas, decisões, condutas e procedimentos da área da biologia e da medicina ao direito à vida, como exemplo, aborto, transplante de órgãos, transgênicos, uso de animais e humanos em experimentos, uso de células-tronco, eutanásia, suicídio, fertilização in vitro, entre outras (REGO, PALÁCIOS; SIQUEIRA-BATISTA, 2009).

Taxonomia: ramo da biologia destinada à nomenclatura e descrição dos seres vivos. Também procura entender as relações evolutivas (filogenia). Foi proposta pela primeira vez em 1735, como um sistema artificial de classificação utilizado, com algumas modificações, até hoje. A organização das informações através do conceito de Taxonomia permite alocar, recuperar e comunicar informações dentro de um sistema de maneira lógica através de navegação. Este estudo apresenta princípios classificatórios que possam auxiliar na elaboração de taxonomias como um meio de representação e de acesso às informações (CAMPOS, 2007).

Micologia: estuda os fungos, estudo interessa a vários setores científicos e industriais. Compreendendo um vasto campo, envolvendo microrganismos conhecidos por fungos, leveduras e actinomicetos, embora estes últimos estejam hoje classificados entre as bactérias (OLIVEIRA, 2014).

Fisiologia: é o estudo das funções físicas, bioquímicas e mecânicas de animais e vegetais. A fisiologia humana é uma ciência fundamental para a compreensão das funções do organismo, descrevendo os diversos sistemas do corpo, o que forma um alicerce dentro das ciências básicas da Saúde, contribuindo, assim, para o entendimento da patologia e farmacologia (TEIXEIRA, 2021).

Ecologia: literalmente a Ciência do Habitat, o estudo dos ecossistemas, mais precisamente, *o estudo científico das interações entre organismos e seu ambiente*. Portanto, aponta para a análise dos seres vivos com as características do ambiente

em que os mesmos viviam. A palavra foi utilizada pela primeira vez em 1869, como um novo ramo da Biologia, pelo naturalista Ernest Haeckel, considerada como Ciência em 1900, mas só foi oficializada em 1972 (HANAZAKI, 2013).

Histologia: é o estudo das células e dos tecidos do corpo e de como essas estruturas se organizam para constituir os órgãos. Por estabelecer **o significado** de aspectos microscópicos característicos de células e tecidos, os estudos histológicos elucidam as relações entre estrutura e função. Ela permite identificar, caracterizar, analisar e descrever as estruturas dos diversos tecidos e órgãos que compõem o organismo animal, sendo também uma forma de diagnóstico (MONTANARI, 2016).

Biologia Marinha: estudo dos seres vivos que habitam os oceanos e mares. O estudo da vida aquática ensina também sobre a vida terrestre, visto que teorias apontam que a vida teria origem no mar. Dos fundos das águas o ser humano obtém alimentos, medicações, matérias naturais, além do turismo (MACHADO, 2017).

Microbiologia: trata os organismos microscópicos unicelulares, onde todos os processos vitais são realizados numa única célula. A Microbiologia Básica servirá de base para o entendimento do papel dos microrganismos para a vida. Ela foi impulsionada com a descoberta do microscópio (CARVALHO, 2010).

Genética: é a ciência dos genes, da hereditariedade e da variação dos organismos, o ramo da Biologia que estuda a forma como se transmitem as características biológicas de geração para geração. Esta é a área que estuda o DNA, material hereditário encontrado no núcleo de células, analisando como este material hereditário se transmite de geração em geração, como ele se expressa e como pode ser alterado ao longo do tempo. Gregor Mendel foi o primeiro cientista a descobrir os mecanismos básicos da hereditariedade e é considerado o “pai” da Genética moderna (MAIA, 2015).

Imunologia: estudo do conjunto dos mecanismos de defesa do organismo responsáveis pela eliminação dos agentes causadores de doenças como bactérias, vírus, fungos, parasitos e substâncias estranhas que após invasão do organismo podem causar danos teciduais. Com o grande número de descobertas na área da Imunologia, atualmente, esta ciência apresenta várias subáreas que permitem o estudo mais profundo da imunidade: imunologia celular, imunoparasitologia, imunologia tumoral, imunofarmacologia e imunogenética (GUERRA, 2010).

Paleontologia: estudo das formas de vida existentes em períodos geológicos passados, a partir de fósseis, uma espécie de “documento”, e registraram alguns momentos importantes na história da vida na Terra. Busca fornecer dados para o conhecimento da evolução biológica dos seres vivos através do tempo. Basicamente ela é composta por duas ciências: a Biologia, por se tratar de restos ou vestígios de organismos e Geologia por este material ser encontrado em rochas, mas ela conta com numerosas outras ciências como a Geologia, Botânica, Ecologia, Química, Física e Matemática (ZUCON, 2011).

Citologia: ramo da Biologia que estuda as células, no que diz respeito à sua forma, componentes, funções e sua importância na complexidade dos seres vivos. A célula, menor unidade estrutural básica do ser vivo, foi descoberta em 1667 pelo inglês Robert Hooke, que observa uma célula de cortiça (tecido vegetal morto) usando o microscópio (PROENÇA, 2018).

Biologia Evolutiva: estudo da origem e descendência das espécies, tendo como principal objetivo desvendar como as espécies modificam-se através do tempo. Ela ocupa papel de destaque entre as ciências biológicas e tem como objeto de estudo a história da vida e dos processos que levaram à sua unidade e diversidade, valendo-se as teorias e conceitos construídos. A teoria da evolução por meio da seleção natural, foi desenvolvida no século XIX (CECCATO; PONTE, 2015).

Foram citadas e descritas algumas das principais áreas da Biologia, no entanto, existem muitos outros campos e subcampos envolvidos com esta Ciência.

2.4 ASPECTOS DA LEGALIZAÇÃO DA PROFISSÃO DE BIÓLOGO

Embora não legalizada, a profissão de Biólogo teve início após a chegada da família real, em 1808, mesmo ano em que foi criado o Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (JBRJ). Na época, a profissão era denominada naturalista. No século XIX foi nomeada de "biologista", abrangendo os profissionais da área Biologia, da Enfermagem e da Medicina (SOUZA, 2019).

Conforme informações coletadas no site do Conselho Federal de Biologia (BRASIL, crbio06, 2020), foi no período das grandes navegações que os estudos sobre a natureza ganharam um grande impulso, época na qual, naturalistas estudantes e observadores dos fenômenos naturais ainda não eram considerados como profissionais da Biologia.

Na verdade, como eram pessoas de posses, que contavam com muito tempo livre para estudar, suas observações analíticas, ou seja, suas pesquisas, eram consideradas como passatempo ou um *hobby*. Destes grupos de naturalistas, cita-se alguns famosos: Carolus Linnaeus, Geofroy Saint-Hilaire, Georges Cuvier, Alfred Russel Wallace e o próprio Charles Darwin, pai da Biologia Moderna (BRASIL, crbio06, 2020).

Com o passar do tempo, o conhecimento adquirido pelos naturalistas passou a ser transmitido nas Universidades, através dos cursos de Ciências Naturais, que envolvia conhecimentos biológicos, geográficos, geológicos, paleontológicos e histórico. O primeiro curso de Ciências Biológicas do Brasil, foi criado, em 1934, na Universidade de São Paulo (USP), com o nome de História Natural, vindo a ter identidade própria no Brasil somente na década de 1960, com o nome de Curso de Ciências Biológicas (BRASIL, Crbio06, 2020). Observa-se a linha do tempo da profissão de Biólogo:

- **1934** - criado o primeiro o curso voltado às Ciências Biológicas.
- **1963** - o curso de História Natural é desmembrado em Ciências Biológicas e Geologia.
- **1970** - diversos biólogos são multados pelos Conselhos Regionais de Engenharia e Arquitetura (CREAs) sob alegação de prática de diferentes atividades sem a devida autorização e/ou regulamentação.
- **1970** - Associação Brasileira de Biólogos e a Associação Paulista de Biologistas enviam ao Ministério do Trabalho minuta de Projeto de Lei para Regulamentação da Profissão de Biólogo.
- **1979** - após quase 10 anos de tramitação no Congresso Nacional, em Brasília, o Projeto de Lei dos Biólogos e Biomédicos entra na pauta legislativa e é aprovado.

Ao ser sancionada esta lei definiu a profissão como Autarquia Federal com personalidade jurídica de direito público, dotadas de autonomia administrativa e financeira e mantidas por contribuições de cada profissional inscrito, quando de sua habilitação para o exercício profissional, conforme os demais conselhos profissionais

já existentes. Os Conselhos Profissionais foram criados com o objetivo de defender e disciplinar o exercício profissional (BRASIL, CRbio06, 2020).

O Conselho Federal tem já publicado, centenas de Resoluções que regulamentam de modo cada vez mais aprofundado o exercício da profissão de biólogo, ampliando o mercado de trabalho para essa categoria. Já os Conselhos Regionais têm sido essenciais para tornar mais efetivo o papel de fiscalização do exercício profissional, impedindo que pessoas não habilitadas exerçam a profissão de biólogo, bem como verificam a falta de ética profissional (BRASIL, CRbio06, 2020).

Segue o juramento do Biólogo: “Juro pela minha fé e pela minha honra e de acordo com os princípios éticos do biólogo, exercer as minhas atividades profissionais com honestidade, em defesa da vida, estimulando o desenvolvimento científico, tecnológico e humanístico com justiça e paz” (SOUZA, 2019).

O dia nacional do Biólogo é comemorado no dia 3 de setembro, data que a lei a Lei n.º 6.684 regulamentou a profissão e criou o Conselho Federal de Biologia - CFBio e os Conselhos Regionais de Biologia – CRBios, o que representou uma conquista resultante de intensos esforços das referidas associações.

2.5 POSSIBILIDADES DE ATUAÇÃO PROFISSIONAL PARA UM BIÓLOGO

A Lei 6684/79 ao tornar legal o exercício profissional do Biólogo, bem como, a existência do CFBio e dos CRBios, permitiu ao profissional das Ciências Biológicas atuação nos mais variados campos e com vasta gama de funções, como exemplo, em análises clínicas, meio ambiente, saúde, agricultura, educação, entre outros. Atualmente, os biólogos podem exercer suas pesquisas podem ser feitas tanto em níveis celulares, moleculares, quanto em plantas e animais (BRASIL, crbio06, 2020).

O biólogo é um profissional formado no curso de Ciências Biológicas e pode atuar profissionalmente em diversas áreas de pesquisas em universidades e institutos de pesquisas, indústrias farmacêuticas, Zoológicos, pode também atuar com prestação de serviços de assessoria na área ambiental de empresas. Esta área está em expansão na atualidade e deve apresentar grandes oportunidades para estes profissionais (SOUZA, 2019).

Os biólogos ainda podem ser professores, promover uma educação ambiental e atuar na saúde pública. O biólogo é um verdadeiro “detetive da vida”, procurando nos seus sinais e usado como respostas para vários questionamentos que afetam a humanidade há séculos. Travar paralelos e montar esse quebra-cabeças infinito ou biólogos tem contribuído para entender como a natureza funciona e qual o posicionamento de cada peça nesse jogo inestimável de xadrez. Enfim, uma série de atuação do biólogo gigante, como não poderia deixar de ser uma vez os biólogos estudados na vida, e não há nada maior no mundo que a própria vida (SOUZA, 2019).

Conforme a autora supracitada, cita-se as principais áreas de atuação do Biólogo: Gestão ambiental, Ecotoxicologia, Ecoturismo (turismo ecológico), Estudos e pesquisa relacionados ao meio ambiente, Gestão ambiental (bacias hidrográficas, parques, efluentes, jardins botânicos, etc.), Paisagismo e jardinagem, Controle e licenciamento ambiental, Recuperação e reflorestamento de ambientes degradados, Bioinformática, Engenharia genética, Genômica, Tecnologia ambiental, Melhoramento genético ambiental e animal, Reprodução humana assistida, Biologia Forense, Banco de Sangue, Citopatologia, Vigilância Sanitária (SOUZA,2019).

Atuação do biólogo no campo do Meio ambiente: no que diz respeito à atuação da Biologia na área do Meio Ambiente cita-se: Aquicultura: Gestão e Produção Arborização Urbana, Auditoria Ambiental, Bioespeleologia e Diagnóstico, Educação Ambiental, Controle e Monitoramento Ambiental (SOUZA,2019).

Gestão Ambiental: diariamente, acontecem agressões e ameaças ao meio ambiente, gerando denúncias e informações de desmatamento ilegal, aterramento de manguezais, derramamento de óleo no mar, pesca predatória, tráfico de animais silvestres, lixões, lançamento de esgotos doméstico e industrial sem tratamento no mar e nos rios, destruição das nascentes, funcionamento de empreendimentos potencialmente poluidores sem licença ambiental e outras ocorrências, que põem em risco a integridade dos ecossistemas e interferem negativamente na qualidade de vida das populações afetadas (QUINTAS,2011).

No campo da Gestão Ambiental, as atribuições de um Biólogo compreendem envolvimento com: Análises de Ciclo de Vida; Auditoria Ambiental; Avaliação de Impactos Ambientais e Estudos Ambientais; Avaliação de Conformidade Legal; Avaliação de Risco Socioambiental; Capacitação e Ensino na Área de Meio

Ambiente e Biodiversidade; Certificação Ambiental; Diagnóstico, Controle, Monitoramento Ambiental e Biomonitoramento; Ecodesign; Ecoeficiência; Economia e Contabilidade Ambiental; Ecoturismo; Educação Ambiental; Elaboração de Políticas Ambientais; Elaboração de Projetos e Desenvolvimento Sustentável; Fiscalização, Monitoramento e Licenciamento Ambiental; Geoprocessamento; Gerenciamento Costeiro, de Recursos Hídricos e Bacias Hidrográficas; Gerenciamento de Risco; Gerenciamento Ambiental de Obras; Gerenciamento, Restauração, Recuperação e Remediação de Áreas Degradadas e Contaminadas; Gerenciamento e Implantação de Sistema de Gestão Ambiental (SGA); Gestão Ambiental Empresarial, Gestão, Controle e Monitoramento em Ecotoxicologia; Gestão da Qualidade Ambiental; Gestão e Tratamento de Efluentes e Resíduos Sólidos; Inventário, Manejo e Gestão de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos; Inventário, Manejo, Conservação e Produção de Espécies da Flora, Fauna e Microbiota; Marketing Ambiental; Modelagem do Sistema Ambiental; Mudanças Climáticas; Planejamento, Criação e Gestão de Unidades de Conservação(UCs)/Áreas Protegidas e Elaboração de Plano de Manejo; Responsabilidade Socioambiental; Saneamento Ambiental; Sustentabilidade; Zoneamento Territorial e Socioambiental e Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) (QUINTAS, 2011).

Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) - tem como função apresentar benefícios de tal realidade, mensuráveis e de longo prazo, ou seja, uma grande responsabilidade, esses benefícios estão relacionados a gases de efeito estufa, pois o mesmo pode reduzir as emissões de GEE. Os projetos desenvolvidos por um biólogo no MDL precisam trazer ideias que substituam energias de origem fóssil para outra de origem renovável, podendo envolver o florestamento ou reflorestamento e serviços urbanos mais eficientes (QUINTAS, 2011).

Auditoria Ambiental - a gestão ambiental é o sistema que inclui a estrutura organizacional, no qual possuem atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental, então, a auditoria ambiental basicamente, detecta problemas ou oportunidades que possa estar no meio ambiente, como poluições que podem contar com medidas de controle,

tratamento de água , reformas ou manutenção de prédios, entre outros (TINOCO; KRAEMER, 2004).

Educação Ambiental - possui deveres com a cidadania, no qual podemos citar com um dos principais lançar um olhar para a cidadania e para o meio saudável, o que envolve a participação da sociedade, envolvendo métodos e práticas necessárias para amadurecer uma boa conscientização. O biólogo que propõe a trabalhar com a educação ambiental, identifica a necessidade de aprofundar seus conhecimentos em outras áreas das ciências, como das Ciências Humanas, para uma formação mais ampla, de modo a desenvolver visão mais crítica do contexto histórico para saber lidar com as dimensões participativa e valorativa nos espaços de formação (LOUREIRO, 2011).

De maneira geral, o biólogo neste campo pode prover medidas para reduzir o impacto ambiental e o aquecimento global, também auxilia na Agricultura e criação de animais, fornecer informações para a indústria farmacêutica, auxiliar no saneamento e tratamento de lixo, soluções que limitar a diminuir a poluição e ajudar a manter a vida na Terra (SOUZA,2019).

Biorremediação - é definida como o uso de processos biológicos para degradar, transformar ou remover contaminantes de uma matriz ambiental, como água ou solo. A atenuação natural monitorada é um conceito pelo qual uma área contaminada é remediada por biodegrada o natural. Ela apresenta ampla diversidade de uso, sendo considerada uma valiosa ferramenta para o controle da poluição e contaminação ambiental. Neste contexto, a biorremediação tem como objetivo a prospecção e utilização de métodos biológicos que possam ser dirigidos à degradação de compostos orgânicos sintéticos, bem como avaliar a identidade taxonômica e vias metabólicas que podem ser empregados em esforços de biorremediação (LOUREIRO, 2011).

Ecodesign - trata-se de um método para desenvolver a criatividade voltada para a redução de impactos ambientais, gerando produtos eficazes para o ponto de vista sustentável. No ecodesign há um projetista específico para solucionar os problemas, articulando projetos tais como o impacto no ciclo de vida do produto: fabricação, embalagem, entre outros (KARLSSON; LUTTROPP,2006).

As práticas de um ecodesign citam o as matérias primas que precisam estar, ao máximo, em estado de sua naturalidade, ou seja, é necessário usar materiais que

não geram poluentes no processo de produção, em sua reciclagem ou descarte, sendo importante usar materiais não tóxicos (VENZKE,2002).

O Ecoturismo no Brasil é uma forma de Educação Ambiental. Um biólogo ecoturista trabalha possibilitando viagens para ambientes naturais, quais buscam motivar a consciência ambiental e cultural (PIRES,2005).

Aquicultura - Lynam e Herdt (1989) abordam que a sustentabilidade é um conceito usual no desenvolvimento de planejamentos. Os sistemas sustentáveis de aquicultura são aqueles que produzem nos estoques de recursos naturais e na qualidade ambiental.

A sustentabilidade precisa da contribuição da aquicultura, então é importante citar as atividades utilizadas, tais como: Proteção do meio ambiente e da biodiversidade; Produção economicamente viável; Utilização e gerenciamento responsável de recursos; Equidade na distribuição dos benefícios desenvolvidos, sendo estas políticas endereçadas às seguintes macro-áreas, políticas: Gerenciamento integrado de recursos; Meio ambiente; Suporte institucional; Desenvolvimento de recursos humanos (LYNAM; HERDT,1989).

Arborização Urbana- além da função paisagística da cidade, tem outros benefícios, tais como: purificação do ar pela fixação de poeiras e gases tóxicos, geração de sombra que evita com que os raios solares afetem as pessoas diretamente (BRASIL, EMBRAPA,2000).

No Brasil, a arborização é de responsabilidade municipal, no entanto há uma grande disposição dos órgãos governamentais envolvidos, pois existem problemas tais como a falta de técnicos capacitados para fazer um plantio correto, adubagem, entre vários outros fatores (BONONI,2006).

Bioespeleologia - estuda os seres vivos existentes nos ecossistemas cavernícolas, esses estudos são específicos entre as interações dos elementos bióticos e abióticos. Essa área é expandida no Brasil por conta de uma descoberta significativa de seres endêmicos encontrados em cavernas (LINO,2001).

Biodiversidade - iniciou-se nos anos de 1990. Os pesquisadores utilizam de métodos padronizados de monitoramento para as avaliações de serviços, pois a biodiversidade é complexa e tem dimensão incrível (ANDELMAN, 2011).

Biomonitoramento - seus programas podem ser realizados por biólogos, cuja especialização esteja envolvida em disciplinas específicas: Ecologia, Zoologia e

Botânica. Neste caso há também uma possibilidade de grupos de voluntários para serem treinados e se integrar em equipes para que possam participar dos desenvolvimentos de programas utilizando todas as metodologias padronizadas (BUSS, 2002).

Paisagismo - é atividade interdisciplinar envolvendo conhecimentos de Botânica, Horticultura, Arquitetura, Solos, Climatologia, entre outras. O profissional precisa ter conhecimentos sobre vegetação (fenologia, exigências climáticas e de solo, origem), compreensão dos elementos que compõem a paisagem natural (relevo, solo, clima, vegetação), conhecimentos sobre elementos arquitetônicos e equipamentos urbanos, sensibilidade, criatividade e valorização da identidade sociocultural de uma comunidade, com resgate de aspectos históricos (BENTO, 2003).

Biossegurança - conjunto de procedimentos, ações, técnicas, metodologias, equipamentos e dispositivos capazes de eliminar ou minimizar riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, que podem comprometer a saúde do homem, dos animais, do meio ambiente ou a qualidade dos trabalhadores desenvolvidos. Respaldo legal: Lei nº 8.974, de 5 de Janeiro de 1995, pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CNTBio Preocupações - Organismos patogênicos - Situações acidentais - Agentes químicos corrosivos, inflamáveis, tóxicos - Agentes mutagênicos, teratogênicos e cancerígenos Lei nº 11.105, de 24 de Março de 2005 - CNTBio. - Tem como enfoque os riscos envolvidos na manipulação de organismos geneticamente modificados (TEIXEIRA; VALLE, 1996).

Atuação do biólogo na área da Saúde: a atuação e profissão do Biólogo na área da Saúde foi legalizada pelo Conselho Nacional de Saúde, Lei nº6.684/79, Resolução nº 287/1998. Para esta atuação é requisito obrigatório: ser portador de diploma, devidamente registrado, oficialmente reconhecido de bacharel, licenciado em curso de História Natural, de Ciências Biológicas, ou de licenciado em Ciências, com habilitação em Biologia. O diploma deve ser expedido por instituição brasileira e se for por instituições estrangeiras de ensino superior, com cursos considerados e regularizados na forma da lei (SOUZA, 2019).

Vigilância em saúde: para que o biólogo possa atuar nesta área é necessário aperfeiçoamento, principalmente no que tange à consequências que podem ocorrer

no decorrer das doenças e agravos na população. Existem vários órgãos responsáveis para cuidar de ações contra endemias no Brasil, como, por exemplo, contra a malária e a febre amarela, citando-se: a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública – SUCAM, o Departamento Nacional de Endemias Rurais – DENERu, e a Fundação Nacional da Saúde – FUNASA. Mesmo com a existência desses órgãos, ainda há ameaças na saúde do brasileiro, necessitando de melhoria na administração dos agentes de endemias, zoonoses, pragas e vetores, controle esse que necessita de conhecimentos básicos da Biologia (BRASIL, FUNASA, 2017).

Os conhecimentos e habilidades necessárias para o biológico atuar em vigilância em saúde e epidemiologia compreendem: conhecimentos sobre as doenças com as quais vai se deparar, precisa se manter em constante aprendizado e aperfeiçoamento, conhecimentos mínimos em áreas como Ecologia, Zoologia, Parasitologia, Citologia, Fisiologia e Bioquímica, somado ao essencial desenvolvimento de habilidades para o trabalho em equipe e interação como profissionais de outras áreas (BRASIL, CRBIO08, 2020).

Dentro da vigilância epidemiológica é de extrema importância a vigilância de hospedeiros e entomológica nas doenças que são de transmissão vetorial. O trabalho do biólogo para o monitoramento populacional de vetores objetiva a adoção de medidas de controle é fundamental para evitar o agravamento da situação de uma doença endêmica numa determinada região e período, sendo necessário conhecimento sobre a dinâmica da doença e, principalmente, a biologia dos organismos envolvidos, além de fatores ambientais. Na prática, como exemplo dessa atuação, cita-se o controle do *Aedes aegypti* (vetor de vírus de várias arboviroses), de triatomíneos e de flebotomíneos (responsáveis pela transmissão das leishmanioses) (BRASIL, CRBIO08, 2020).

Atuação do Biólogo em situação de Pandemia: por exemplo, atua na busca de soluções e alternativas de enfrentamento à pandemia da COVID-19 e à disseminação do novo coronavírus. Além da atuação biólogo no âmbito do diagnóstico dos casos, o trabalho realizado nas vigilâncias epidemiológicas e em saúde de estados e municípios tem evidenciado sua relevância na tomada de decisões e projeções sobre o comportamento da COVID-19 nas populações. Biólogos também têm contribuído decisivamente durante a atuação das vigilâncias

sanitárias nos estados e municípios, também no que tange às medidas restritivas e sobre a segurança relacionada aos produtos e serviços ofertados à população (BRASIL, CRBIO08, 2020).

Biologia clínica ou hospitalar: é desenvolvida por graduados em biologia habilitados para atuação em Laboratórios de bio-análises e bio-diagnose em saúde. Biólogos clínicos geralmente atuam atendendo pacientes quando atuam em aconselhamento genético, reprodução assistida e fitoterapia ou em análises biológicas gerais que envolvem estudos sobre patologias e bem-estar.

Esses profissionais integram os quadros de empresas ou organizações que desenvolvem a sua atividade na indústria em áreas de saúde humana e animal, nos hospitais, em laboratórios públicos e privados, bem como em diversas unidades que se dedicam à investigação científica e à transferência de tecnologia aplicada a biologia. Por outro lado, o perfil multidisciplinar dos biólogos clínicos confere-lhes competências para desenvolver atividade em áreas relacionadas com os resíduos perigosos, a avaliação de risco ambiental e saúde pública (SOUZA, 2019).

As áreas de atuação em Biologia Clínica são: técnica de laboratório médico com amostras de verificação de qualidade, análises clínicas, análises citogenéticas, análises citopatológicas, aconselhamento genético, análises de Histocompatibilidade, Análises e Diagnósticos Biomoleculares, Análises Histopatológicas, Controle de Vetores e pragas, Cultura de Células e Tecidos, Ecotoxicologia, Educação em Saúde, Fertilização in vitro, Fitoterapia, Hematologia, Patologia Clínica, Reprodução Humana Assistida, Saneamento Ambiental e Biologia Forense (BRASIL, 2006).

Atuação do biólogo no campo das análises clínicas: respaldo legal Análises Clínicas, Resolução CFBio: nº 12/93 e nº 10/2003. No ambiente hospitalar, o biólogo com especialização em Análises Clínicas encontra espaço em pesquisa e desenvolvimento científico, genética, análises clínicas, reprodução humana, medicina ortomolecular e outros. No laboratório de análises clínicas divide a realização de exames, orientação de procedimento, coleta de amostras, informações de rotinas e condutas com farmacêuticos e biomédicos (BRASIL, 2020).

Na área de pesquisa: como pesquisador, o biólogo realiza experiências com plantas, animais, fungos, bactérias ou quaisquer outros seres vivos. Estas experiências costumam ser feitas em laboratório e, em muitos casos, precisam ser

complementadas por trabalhos de campo, como visitas a jardins, parques e reservas, para observação e coleta de espécimes. No Brasil há vários centros de pesquisas em saúde, um desses centros é o Instituto Butantã em São Paulo, Instituto é responsável pela produção de vacinas e soros (BRASIL, CRBI008, 2015).

Atuação do biólogo no campo da educação: o curso de graduação de Licenciatura em Ciências Biológicas volta-se para a formação de professores de Biologia e Ciências naturais no Ensino Fundamental, Ensino Médio e na Educação de Jovens e Adultos, bem como, na Educação Especial e Educação Profissional e Tecnológica, Educação do Campo, Educação Escolar Indígena e Educação Escolar Quilombola e na Educação a Distância (SOUZA, 2019).

Atuação do biólogo no campo forense: a Biologia Forense é uma área em que se aplicam os conhecimentos da biologia para resolver crimes, com técnicas cada vez mais aprimoradas (SANTOS, 2018).

A Biologia tem representado um elemento poderoso na investigação criminal. Para tanto, existem várias áreas da Ciência Biológica Forense que interagem na investigação forense, como a Genética, Entomologia, Botânica, Toxicologia, entre outras (SANTOS, 2018).

As atividades periciais a partir de vestígios biológicos comparam características genéticas da vítima e do suspeito. Essa precisa caracterização e identificação são de suma importância, haja vista que as secreções deixadas são fundamentais para a identificação do autor do crime, figurando como vestígios (BARBOSA; ROMANO, 2018).

Vestígio pode ser definido, por exemplo, como o sinal que homem ou animal deixa no lugar por onde passa, ou seja, rastros e pegadas, que podem representar pistas para uma investigação criminal, permitindo a correlação com a autoria do delito, bem como, para identificação da vítima (BARBOSA; ROMANO, 2018).

Os principais vestígios que podem ser encontrados nos locais de crime são: impressões papilares, terras e sujidades, projéteis, estojos, armas de fogo, peças de roupa e fragmentos de pintura. Os principais vestígios biológicos são: sangue, sêmen, saliva, urina, material fecal, pelos, placenta, ossos e outras secreções ou tecidos biológicos podem ser objetos de análises forenses (SOUZA; QUEIROZ, 2012).

Após análise laboratorial minuciosa, somada aos dados policiais, se o vestígio tenha estabelecido ligação com o fato, deixa de ser denominado vestígio, passando a ser nomeado de indício, mais precisamente, o vestígio encaminha e o indício aponta. (SOUSA; QUEIROZ, 2012).

Os indícios ligados diretamente ao crime recebem o nome de indícios próprios, também há os indícios manifestos, resultantes da natureza do crime e os indícios distantes, que possuem uma aceitável relação com o crime. Além dos vestígios autênticos, os envolvidos no crime podem produzir, propositalmente, indícios falsos, com a finalidade de ocultar e dificultar a descoberta da autoria ou do ato em si. Também há os indícios acidentais, produzidos sem a intenção do autor, como por exemplo, impressões papilares (digitais) (BARBOSA; ROMANO, 2018).

Os profissionais forenses, no que se inclui também o biólogo, podem estar diretamente ligados à coleta e ao transporte do material coletado, partindo de conhecimentos específicos quanto a conhecer a melhor forma de manipular cada tipo de amostra, sem invalidá-las para a análise do ponto de vista técnico e jurídico (SOUSA; QUEIROZ, 2012).

Conforme ainda a autora supracitada, as evidências encontradas em locais de crimes, independente das condições, devem ser fotografadas ou filmadas, antes de serem movidas ou tocadas, mas caso estes procedimentos não sejam possíveis, é necessário fazer um relatório detalhado. Corrobora Santos (2012) frisando que ao se receber as amostras nos laboratórios forenses, é preciso verificar e registrar a presença e o estado do empacotamento, dos selos e das etiquetas, bem como, registro, caso se realize algum teste preliminar nas amostras.

3 METODOLOGIA

3.1 A CONCEPÇÃO GERAL SOBRE METODOLOGIA

A pesquisa é uma das atividades primordiais para a elaboração dos trabalhos realizados com base na metodologia científica. É a fase da investigação e da coleta de dados sobre o tema a ser estudado. A pesquisa científica é a investigação de um fenômeno. A Metodologia científica aborda as principais regras para uma produção científica, fornecendo as técnicas, os instrumentos e os objetivos para um melhor desempenho e qualidade de um trabalho científico (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A Metodologia é uma ferramenta de fundamental importância para o conhecimento dos métodos que são empregados na elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), sempre fundamentado nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (GIL, 2008).

Na construção de uma metodologia é necessário selecionar as técnicas e as abordagens mais adequadas ao tema de sua monografia, ter confiabilidade e valor científico. Portanto, uma pesquisa científica trata-se de um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são levantados. Essa pesquisa é de natureza básica, onde se busca disseminar conhecimentos para a evolução da ciência, envolvendo o interesse universal (PRODANOV; FREITAS, 2013).

3.2 A METODOLOGIA ADOTADA QUANTO A NATUREZA E AO OBJETIVO

Quanto ao objetivo, trata-se de uma pesquisa é exploratória/descritiva. A pesquisa é exploratória pela finalidade de proporcionar mais informações sobre o assunto que será investigado, delimitando um campo de trabalho, tendo como intuito facilitar e delimitar o tema do assunto abordado (PRODANOV; FREITAS, 2003).

Enquadram-se na categoria de pesquisa exploratória todas aquelas que buscam descobrir ideias e intuições, na tentativa de adquirir maior familiaridade com o fenômeno pesquisado, nem sempre havendo necessidade de formulação de hipóteses (PRODANOV; FREITAS, 2013).

As pesquisas descritivas, de acordo com Gil (2008), têm como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno. O objetivo descritivo ocorre quando o pesquisador registra e descreve os fatos ou fenômenos observados, visando transcrever as características encontradas na pesquisa, ou seja, há uma descrição exata do assunto abordado.

3.3 QUANTO AO PROCEDIMENTO TÉCNICO

Todos os trabalhos de cunho científico utilizam o procedimento de caráter bibliográfico. No dizer de Gil (1991), a pesquisa bibliográfica é um procedimento técnico que proporciona bases teóricas ao pesquisador. Partindo de informações de GIL (2008), quanto à metodologia do trabalho científico, o enfoque metodológico deste TCC tem como procedimento técnico uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa de campo.

Uma pesquisa bibliográfica é base de qualquer tipo de investigação científica para o conhecimento do tema abordado, desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Mais especificamente, a pesquisa bibliográfica é aquela que se baseia na leitura, análise e transcrição discursiva de obras publicadas sobre o assunto explorado.

A pesquisa é do tipo bibliográfica, trata-se de uma revisão da literatura sobre estética corporal, em especial banho de lua. A análise é feita pelo método qualitativo descritivo. A revisão da literatura apresenta um apanhado geral de publicações o que foi publicado de maneira técnica a respeito de um determinado assunto, são estudos como artigos científicos, resenhas, resumos, apresentados em revistas, sites de saúde, ou ainda material literário, obras com maior arcabouço literário, como livros.

As principais consultas para este TCC primaram por estudos publicados nos dos últimos dez (10) anos, citando-se: Silveira (2012), Nogueira (2013), Lobato (2014), Santos (2017), Santos, (2018), Botteon (2018), Castelar (2018), Machado (2018), Ferreira (2019), entre outros de grande valia para interação do tema “Biologia Forense”.

3.4 QUANTO A ABORDAGEM PARA ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Para a análise e compreensão dos dados bibliográficos coletados, adotou-se a pesquisa de abordagem qualitativa. A análise qualitativa preocupa-se em refletir de maneira imparcial certo conteúdo, de maneira a respeitar a ideia do autor dos artigos, textos literários, assim como contribuir com comentários substanciados no conhecimento revisado sobre o tema abordado (GIL, 2008). Portanto, o estudo segue análise de abordagem qualitativa descritiva, com enfoque indutivo.

A pesquisa qualitativa pode ser caracterizada como um estudo pormenorizado de certo fato, objeto, grupo de pessoas ou ator social, assim como fenômenos da realidade. Este tipo de pesquisa possui um caráter de aprofundamento estimulando a expressar-se livremente sobre algum tema (GIL, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 BIOLOGIA FORENSE: SUGESTÕES METODOLÓGICAS NO ENSINO MÉDIO

4.1.1 Informações gerais do projeto

Público alvo: 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio.

Duração: 2 aulas hora.

Problematização

A faixa etária do Ensino Médio já pensa em uma futura graduação e na futura atividade profissional. A Biologia tem um leque de possibilidades profissionais que vão além da pesquisa e da docência, porém isso não é de conhecimento dos alunos.

Justificativa

A Biologia Forense é uma das possibilidades de atuação profissional para um Biólogo. Essa arte científica dos peritos forenses leva-os a desvendar mistérios, segredos inimagináveis, como crimes hediondos e evidências escondidas. Esses profissionais, que inclui, os biólogos forenses, têm conquistado, cada vez mais, importância, apresentado grande demanda e, portanto, campo de trabalho promissor e financeiramente compensador.

Objetivos

Gerais:

- Apresentar a Biologia Forense, um dos ramos da Biologia, aos alunos do Ensino Médio.
- Aguçar aptidões para o futuro profissional.

Específicos:

- Promover interesse pelas aulas de Biologia com recursos e metodologias dinâmicas.
- Exercitar a memorização, a interatividade e a oralidade, por meio de das atividades propostas.
- Proporcionar o exercício da pesquisa de campo.
- Prover mecanismo para o exercício do pensamento crítico-reflexivo.

Metodologia: aula expositiva dialogada, pesquisa de campo e cine debate.

Recursos Materiais: computador, data show, impressora, pendrive, quadro e pincel.

4.2 APRESENTANDO A BIOLOGIA FORENSE

Objetivos:

- Apresentar a Biologia Forense, um dos ramos da Biologia, aos alunos do Ensino Médio.
- Aguçar aptidões para o futuro profissional.

Metodologia: aula expositiva dialogada. A aula expositiva dialogada propicia maior interação com os alunos. A exposição do professor ocorre concomitantemente a questionamentos que motivem os alunos a explanarem oralmente: bagagem de conhecimento anterior, suas verificações, associações e suas conclusões sobre o tema em questão. Portanto a aula expositiva dialogada corresponde a uma abordagem direcionada à formação de ideias e de conceitos firmados por perguntas e respostas, abrindo assim caminho também para a aplicação de recursos ou instrumentos didáticos, como no caso, slides.

Recurso didático: slides. Recurso didático é todo material utilizado para auxílio no processo ensino/aprendizagem de conteúdo proposto a ser aplicado pelo professor. As apresentações de slides funcionam como o material de apoio mais comum, auxiliando construção da experiência dos alunos.

Recursos materiais: computador, data show, impressora e papel Chamex para apostilas com resumo do conteúdo.

Desenvolvimento: apresentação e explicação do conteúdo de cada slide, de forma a promover diálogo e participação ativa da turma.

SLIDE 1

Pensamos em Biologia como uma ciência responsável apenas por estudar a anatomia e fisiologia de animais, plantas e outros seres vivos. No entanto, ela apresenta um papel importante também no que diz respeito à Criminalística, sendo uma arma poderosa para solucionar crimes, por meio da Biologia Forense.

Ilustração1: A Biologia, conceito e aplicabilidade. Fonte: Ferreira (2019).

A Biologia Forense é uma área em que se aplica os conhecimentos da Biologia para resolver crimes. O biólogo trabalhará lado a lado com a polícia, buscando e analisando materiais que podem ser fundamentais para uma investigação (FERREIRA, 2019). Os biólogos podem gerar soluções para cenas de crime, segundo as técnicas da Biologia Forense.

SLIDE 2

A Biologia Forense é responsável por fornecer informações que ajudam a solucionar crimes, utilizando vestígios biológicos como provas. Podem ser usados vestígios biológicos tais como: fios de cabelo, células da pele presentes na unha da vítima, sêmen, plantas ou até mesmo insetos que estão visitando um corpo.

Ilustração 2: A Biologia Forense, conceito e aplicabilidade. Fonte: Barbosa e Romano (2018).

O interesse médico-legal na criminalística está em procurar vestígios biológicos e anatômicos que permitem a identificação do autor do crime. Para fazer a coleta destes materiais é preciso seguir normas rígidas, porque qualquer evidência

coletada, documentadas e preservadas de forma incorreta não vão possuir valor científico em investigações criminais (BARBOSA, ROMANO, 2018).

SLIDE 3

O Biólogo forense pode se especializar em diversas áreas:
Entomologia forense, Genética forense, Antropologia forense, Patologia forense, Botânica Forense, Química forense, Ornitologia forense e Palinologia forense, entre outras.

Ilustração 3: Algumas especializações para a Biologia Forense. Fonte: Foltran e Shibatta (2011).

A biologia forense, qual se aplica conhecimentos da Biologia para auxiliar em investigações, é uma área interdisciplinar que envolve várias outras áreas do saber científico, responsáveis pelo auxílio em investigações criminais. Os saberes técnicos de cada uma dessas ciências são utilizados para desvendar os crimes, sendo analisados os principais tipos de vestígios biológicos encontrados em uma cena de delito (FOLTRAN; SHIBATTA, 2011).

SLIDE 4

A Entomologia Forense analisa a presença de insetos e outros artrópodes nos locais dos crimes. O estudo tenta entender há quanto tempo o crime ocorreu, conforme o processo de decomposição de um cadáver. Além disso, identificar as espécies de artrópodes ajuda a determinar o local onde tudo aconteceu.

Ilustração 4: Entomologia Forense. Fonte: Pujol-Luz, Arantes e Constantino (2008).

Após a morte, o organismo entra em processo de decomposição, o que é acelerado por microrganismos e por animais, dentre eles, os artrópodes necrófagos. Os insetos necrófagos, especialmente algumas espécies de moscas e besouros podem ajudar a solucionar crimes (PUJOL-LUZ; ARANTES, CONSTANTINO, 2008).

Com a intenção de ocultar o crime, o cadáver pode ter sido transportado, então, a presença de insetos necrófagos pode revelar o verdadeiro local do crime, e

que há espécies que não vivem em determinados lugares, portanto, pistas para determinar a região onde o indivíduo foi morto e ainda, considerando que muitos insetos tem vida curta, determinar o intervalo *post-mortem* (do momento da morte até o momento que o cadáver foi encontrado. No material orgânico em decomposição, há presença de larvas, que depositam seus ovos. Os biólogos, ao analisar um cadáver já com larvas, com base na idade e tamanho destas, consegue determinar há quanto tempo a pessoa está morta (intervalo *post-mortem*) (PUJOLLUZ; ARANTES, CONSTANTINO, 2008).

SLIDE 5

A Botânica Forense: analisa vestígios vegetais que podem identificar o local do crime e a presença de pessoas. Grãos de pólen de uma planta presentes em um suspeito, por exemplo, podem confirmar a presença desse suspeito no local, associando-o ao crime.

Ilustração 5: A Botânica Forense. Fonte: Lobato (2014).

Grãos de pólen de uma planta presentes em um suspeito, por exemplo, podem confirmar a presença desse suspeito no local, associando-o ao crime. No campo da Botânica forense, destaca-se a palinologia, a qual observa os grãos de pólen encontrados nas fossas nasais, cabelo, roupas, sapatos, carros, objetos roubados, entre outros materiais das vítimas, possibilitando saber se o corpo foi encontrado no local original do crime, o caminho percorrido pelo criminoso e até a época do ano em que o crime foi realizado (LOBATO, 2014).

SLIDE 6

Hematologia Forense: estudo está focado no sangue e pode seguir duas linhas: a que ajuda a identificar os envolvidos pela análise de DNA (Genética Forense) e aquela que ajuda a reconstruir a história do crime a partir da análise de como o sangue está disposto no local.

Ilustração 6: A Hematologia Forense. Nogueira (2013).
Fonte:

A Hematologia Forense, dividida em Identificadora e Reconstitutora, estuda as variáveis do sangue. Dentre as características deste, as mais importantes no âmbito forense são: sistema ABO e Rh, enzimas das células vermelhas, hematomas, contusões, rigor mortis, entre outros padrões sanguíneos (MACIEL, 2014).

O rastro de sangue é mais encontrado em cenas de crime, portanto é o material biológico mais analisado nos laboratórios na biologia forense. O luminol é uma das técnicas sensíveis para identificar a presença de sangue no local, mas há uma variedade de métodos para esta identificação (NOGUEIRA, 2013).

SLIDE 7

Toxicologia Forense: analisa substâncias que podem ter relação com um determinado crime. Nesses casos, o profissional perito na área preocupa-se em coletar dados presentes em órgãos e fluídos corpóreos e analisar as substâncias suspeitas.

Ilustração 7: Toxicologia Forense. Fonte: Santos (2018).

Algumas substâncias tóxicas que podem levar à dano ao organismo ou morte, podendo acontecer por diversas razões: uso de drogas, envenenamento, homicídio ou suicídio. A Toxicologia abrange o estudo das causas de mortes por intoxicação e a elaboração da emissão do laudo toxicológico (SANTOS, 2018).

Há varias de técnicas utilizadas, de acordo com o caso e tipo de análise. Os materiais biológicos a serem coletados são: saliva, suor, secreções nasais, urina etc. (PINHEIRO, 2004)

SLIDE 8

Genética Forense: é responsável pela identificação de DNA, figurando com uma das principais áreas da Biologia Forense, visto que identificação criminosos e também de vítimas. As amostras mais frequentemente usadas para essa análise são o sangue, sêmen, fios de cabelo, saliva e os restos mortais das vítimas.

Ilustração 8: Genética Forense. Pinheiro (2004).
Fonte:

As perícias envolvendo investigações genéticas se desenrolam em duas fases: análise laboratorial e valorização bioestatística dos resultados. Estas fases têm características em comuns conforme os tipos de perícias, visto que, a prova é baseada na comparação de perfis genéticos (PINHEIRO, 2004).

Para uma correta identificação de criminosos a partir de análises de DNA é necessário seguir parâmetros rígidos para todas as etapas do processo. Ao longo das investigações criminais os principais materiais encontrados para análise de DNA são sangue, manchas de sangue, sêmen, fios de cabelo com raiz, tecidos, órgãos e ossos. Outras fontes como urina, saliva e fezes, podem ser analisadas, mas deve-se ressaltar que apenas células nucleadas servem para genotipagens de DNA nuclear (LEE et al., 1991).

SLIDE 9

Sêmen: vestígio definido como uma suspensão de espermatozoides contida no líquido seminal. O líquido seminal depois de 5 min que foi ejaculado coagula, devido às proteínas das vesículas seminais. Após 10 a 20 min o sêmen dissolve-se pelo fato das enzimas e dos antígenos produzidos pela próstata causarem a decomposição do coágulo.

Ilustração 9: O sêmen como vestígio. Fonte: Barbosa e Romano (2018).

Esse material genético em forma líquida, geralmente, é coletado por absorção, removido com uma seringa descartável ou uma pipeta automática, sempre estéreis, e transferidos para um tubo de laboratório. O sangue líquido coletado deve ser preservado com anticoagulantes. As Manchas secas de sangue e sêmen encontradas em lençóis, peças de roupa e outros objetos são removidos para o laboratório, isolados e transportados na forma que estão (BARBOSA; ROMANO, 2018).

Quando as manchas estão sobre objetos muito grandes para serem transportados a região contendo a amostra deve ser cortada e levada ao laboratório. Se estiverem sobre objetos que não podem ser cortados, as amostras devem ser raspadas com uma ferramenta apropriada e limpa de contaminantes (LEE et al., 1991).

SLIDE 10

O sangue como vestígio: O sangue é um dos vestígios mais priorizados para exames em laboratórios na Biologia Forense, com intuito de indicar vítimas e suspeitos por meio de volume ou manchas de sangue encontradas.

Ilustração 10: O sangue como vestígio. Fonte: Maciel (2014).

A análise do sangue em volume ou em manchas em cena de crime permite inferir: tipo de arma, quantidade de golpes desferidos contra a vítima. Observado sobre o ponto de convergência dos impactos e o posicionamento dos indivíduos envolvidos no evento, permite elucidar os tipos de lesões e o tempo decorrido dos fatos (BOTTEON, 2018).

Os padrões de manchas de sangue podem fornecer informações valiosas sobre os eventos que levaram à sua criação, caso examinados por um analista qualificado. A informação obtida pode, então, ser utilizada para a reconstrução de uma cena de crime e para a avaliação de depoimentos de testemunhas e participantes do crime (BOTTEON, 2018).

Normalmente o sangue não é detectado a olho nu devido, principalmente, a tentativa do autor de limpar a cena do crime. Nesses casos um dos testes mais utilizados é o Luminol. No entanto, o Luminol apresenta efeitos negativos na tipagem de DNA e toxicidade devido aos componentes químicos necessários para que a reação de quimiluminescência ocorra (MACIEL, 2014).

SLIDE 11

Tecidos, pelos e fios de cabelo: Quando são encontrados fios de cabelo, ossos, órgãos e tecidos, deve-se documentar e fotografar seu estado. Esses materiais devem ser coletados com o auxílio de instrumentos, como pinça e bisturi, sempre livres de contaminações. Cada item será selado e documentado separadamente, no caso dos fios de cabelo, só terão utilidade se estiverem com raiz.

Ilustração 11: Vestígios de tecidos, pelos e fios de cabelo. Fonte: Berriel (2011).

Pelos e cabelos são constituídos, principalmente, por queratina. O bulbo (raiz) do cabelo ou do pelo é irrigado por sangue, sendo a região de maior probabilidade de extração de DNA nuclear. É possível extrair o DNA do cabelo sem o bulbo, mas o resultado podem não ser conclusivo (PINHEIRO, 2004).

Transfere-se o vestígio para uma folha de papel, com uma pinça, dobrando para evitar a perda. Coloca-se em um envelope devidamente identificado, e na ausência de umidade, coloca-se cada fio em envelopes separados. Nos casos onde o vestígio esteja aderido a tecidos orgânicos coleta-se a amostra por inteiro (BERRIEL, 2011).

SLIDE 12

Material Fecal: As fezes são formadas por resíduos da digestão, bactérias, células do revestimento do trato gastrointestinal e materiais que não foram absorvidos pelo organismo. Sua composição compromete os resultados, uma vez que, na maioria das vezes, não possui material genético e contém elementos que impendem o êxito do estudo.

Ilustração 12: Vestígio de material fecal. Fonte: Pinheiro (2004).

A coleta do material fecal só ocorrerá se verificar-se alguma possibilidade de obter resultado significativo, o que ocorre no caso onde o material fecal apresenta secreção sanguinolenta, então, procede-se a coleta da parte do vestígio onde há secreção sanguinolenta, com uma espátula de plástico, acondicionando em coletor universal (PINHEIRO, 2004).

SLIDE 13

Saliva e fluidos corporais: Amostras em estado líquido devem ser transferidos em garrafas de plástico ou de vidro esterilizadas, caso encontrem apenas manchas desses fluidos, procede-se cortando a área com o material para ser levado ao laboratório para análise.

Ilustração 13: Saliva e fluidos corporais. Fonte: Quintela (2010).

O vestígio da saliva pode ser encontrado no local do crime em envelopes, selos, pontas de cigarro, copos, garrafas, goma de mascar, talheres, guardanapos e, no corpo humano, associado à lesão por mordida. Pode passar por exames de reações químicas (pesquisa de sulfocianeto de potássio e cloreto férrico), físico e microscópio. O exame microscópico procura células da mucosa bucal para análise de DNA. Coloca-se o objeto em um envelope de papel vegetal, utilizando-se pinça ou luvas, isso com o máximo cuidado para que a mancha do vestígio não seja degradada por atrito com o envelope durante o transporte (QUINTELA, 2010).

Na forma seca (mancha) coleta-se o vestígio com swab ou gaze umedecida em água destilada e deixar secar a temperatura ambiente, armazenar em envelope ou caixa de papel e transportar à temperatura ambiente, durante a coleta é importante deixar uma parte do material usado, sem vestígio para servir de controle negativo (PINHEIRO, 2004).

SLIDE 14

Urina: a importância da análise desse vestígio está relacionada aos crimes de agressão sexual e infanticídio. O exame de identificação ocorre por meio da extração de DNA das células das vias urinárias, leucócitos, sêmen e mecônio, que podem estar associados à urina.

Ilustração 14: A urina como vestígio. Fonte: Pinheiro (2004).

Na urina encontram-se bactérias e outros agentes contaminantes que tornam a obtenção de resultados difícil. A coleta depende da forma como o vestígio for encontrado, ou seja, se na forma líquida, utiliza-se uma pipeta ou seringa para transferir o líquido para um tubo estéril. Na forma de mancha deve ser levado o objeto como um todo ao laboratório, caso não seja possível, é feito um corte onde a

mancha se encontra, guardando-a em um envelope para se evitar a contaminação e/ou a degradação do DNA (PINHEIRO,2004).

SLIDE 15

Placenta: esse vestígio geralmente está relacionado com o crime de aborto. Por meio da placenta é possível a identificação materna.

Normalmente são encontrados em lixões, aterros sanitários e estações de tratamento de esgoto o que prejudica a análise da amostra e, conseqüentemente, a localização da genitora.

Ilustração 15: A placenta como vestígio. Fonte: Lobato (2014).

Embora havendo sucesso na análise do DNA, ainda há a complicação de não existir amostra de referência para realizar a comparação. O procedimento compreende: escolher uma parte do material que apresente melhor estado de conservação e, usar lâmina de bisturi para cortar pelo menos dois fragmentos do tecido, com cuidado para não contaminar com DNA exógeno. Armazena-se em tubo plástico estéril e acondiciona-se em temperatura mínima de 4°C. Também pode-se utilizar swab para coletar o sangue após corte dos vasos no tecido, mas, seca-se temperatura ambiente (LOBATO, 2014).

SLIDE 16

Dentes: os molares são fontes importantes de DNA, extraído a partir da polpa dentária.

Ossos: os ossos longos temem são fontes importantes de DNA, a partir da medula óssea no canal medular. É possível extrair muito DNA de pequenos pedaços de ossos, conforme o estado de conservação da amostra.

Ilustração 16: Dentes e osso como vestígio. Fonte: Lobato (2014).

Sobre os ossos, é preciso escolher tecido ósseo compacto que não esteja com sua superfície coberta de bactérias e fungos. Utiliza-se para a coleta do material dos dentes, dois, de preferência molares e pré-molares, não tratados e não cariados. Podem ser embalados em qualquer papel, desde que não soltem tinturas e, acondicionados em temperatura ambiente; mas caso se houver tecido mole aderido,

acondiciona-se em - 20º C. Evitar o acondicionamento em locais quentes, úmidos e de acesso de roedores e insetos (LOBATO, 2014).

SLIDE 17

Unhas: armazenam amostra biológica. Atestam a ocorrência de luta corporal ou outro tipo de contato físico. É preciso realizar exame minucioso em busca de qualquer vestígio passível de análise.

Ilustração 17: As unhas como vestígio. Fonte: Quintela (2010).

Procede-se na coleta de material colocando-se o dedo da vítima sobre uma folha de papel limpo, passa-se o palito embaixo da unha para retirar o vestígio, faz um envelope do papel onde foi coletado o vestígio e coloca-se junto a ponta do palito utilizado para a coleta e acondiciona em um envelope devidamente identificado (QUINTELA, 2010).

A amostra de cada dedo deve ser coletada e embalada separadamente. Se algum fator impossibilitar a coleta no local, a amostra será coletada no IML, para que isso ocorra sem perda ou contaminação, é feito o isolamento das mãos ou pés com sacos de papel, preservando-se assim o membro onde será realizada a coleta (QUINTELA, 2010).

SLIDE 18

A preservação dos vestígios biológicos: é preciso isolar e proteger a cena do crime. Os vestígios devem ser fotografados, antes do manuseio. Durante a coleta é indispensável a proteção individual e a do vestígio.

Ilustração 18: A preservação dos vestígios biológicos. Fonte: Barbosa e Romano (2018).

A proteção individual se faz necessária por tratar-se de vestígio biológico, sendo fundamental o uso de luvas descartáveis, máscara, sapato fechado, e, ainda estar previamente vacinado. Não beber ou comer no local da coleta. O material descartável utilizado deve ser colocado em sacos para resíduos biológicos, para posterior descarte em local adequado (BARBOSA; ROMANO, 2018).

SLID 19

Contaminação: deve-se evitar qualquer tipo de contaminação que possa interferir no resultado da análise, sempre mantendo a integridade biológica da amostra. Além de sempre ser um perito que deve recolher as amostras, é essencial o uso de luvas descartáveis.

Ilustração 19: A contaminação. Fonte: Lobato (2014).

Pode-se definir os seguintes tipos de contaminação:

- **Contaminação química:** produz resultados inconclusivos ou ausência de resultados.
- **Contaminação por microrganismos:** normalmente não interfere na interpretação final dos resultados. Sangue e sêmen encontrados em locais de crimes podem ser contaminados por fungos e bactérias, quando isso ocorre pode levar a degradação do DNA. Se o DNA encontrado estiver degradado o resultado pode ser inconclusivo.
- **Contaminação por outro DNA humano:** pode acontecer durante ou depois da coleta das amostras.

É importante saber diferenciar “mistura de amostras” e “amostra contaminada” a primeira é quando uma amostra de DNA tem o material genético de mais de um indivíduo, a mistura pode ter acontecido antes ou durante a prática do crime. A segunda é quando a amostra é contaminada durante a coleta, armazenamento, ou análise da amostra (PINHEIRO, 2004).

Para garantir a preservação das amostras os vestígios biológicos devem ser preservados de forma a garantir a integridade do seu material genético. Para isso deve-se evitar a exposição à luz, as substâncias químicas, e deve ser armazenada a baixas temperaturas, para que evite o aparecimento de microrganismos (LOBATO, 2014). Devem ser tomadas todas as precauções para evitar a contaminação.

Expectativa: que os alunos interajam, participem, se interessem pelo conteúdo e pela possibilidade de formação e possível oportunidade profissional apresentada.

4.3 BIOLOGIA FORENSE: CINE DEBATE COMO PROPOSTA METODOLÓGICA

Após as aulas de exposição dialogada sobre Biologias forense, dedica-se a um cine debate, tende em mente que o cinema aproxima o espectador de diferentes espaços, tempos, realidades e territórios, desconhecidos para os alunos.

O cinema na escola a ele, munindo-o de ferramentas para transformar seus questionamentos e experiências próprias em um debate aprofundado sobre as existências que vão além de seu cotidiano (DUARTE, 2002).

Partindo-se de Berti-carvalho (2014) compreende-se que cinema pode entrar na escola promovendo o encontro dos alunos com a experiência estética, provocando a dúvida e o questionamento.

Objetivos

- **Geral:** promover a assimilação do conteúdo apresentado, ou seja, a Biologia Forense.
- **Específicos:** Exercitar a memorização, a partir de texto áudio visual, ou seja, episódio de série de investigação criminal.
- Proporcionar momento de interatividade entre a turma.
- Trabalhar a oralidade por meio da socialização dos episódios da series escolhidas pelas equipes, pontuando traços da Biologia forense.

Metodologia: orientação, acompanhamento na organização da atividade, mediação no debate e comentários complementares.

Recurso material: para a atividade extraclasse: computador e ou televisão ou outro equipamento que permita que as equipes assistam os episódios, plataforma Netflix ou outra.

Desenvolvimento: após a escolha ou sorteio das séries, as equipes deverão assistir (extraclasse), a um episódio que represente o fazer da Biologia Forense, para ser socializado e discutido em mesa de debate, quando cada equipe fará questionamento, bem como, contribuições complementares, ao final da apresentação de cada grupo.

Expectativa: a expectativa de resultados parte da constatação de que a experiência com atividade de Cine Debate em escola, permite problematizar temas, como também, figurar introdução de um assunto, como atividade de assimilação de conteúdo e mesmo avaliativa.

A Redação do Canal Ciências Criminais (CCC, 2022), contando com a colaboração da Comissão Permanente de Estudos de Direito Penal, oferece uma lista de sugestões de séries exibidas na Netflix e Youtube, sobre investigação criminal.

Destacamos 3 séries para a atividade de cine debate que possam levar os alunos a identificarem procedimentos da Biologia forense, mediante a análise científica de vestígios para desvendar pistas deixadas na cena de crimes: Sherlock, CSI e Dexter.

Sherlock: trata-se de uma série baseada no livro imortal “Sherlock Holmes”, de autoria de *Conan Doyle*, com publicações de histórias entre 1887 e 1893. Tanto no clássico livro de investigações, quanto na série, crimes insolúveis são desvendados por meio de métodos científicos e de lógica dedutiva.

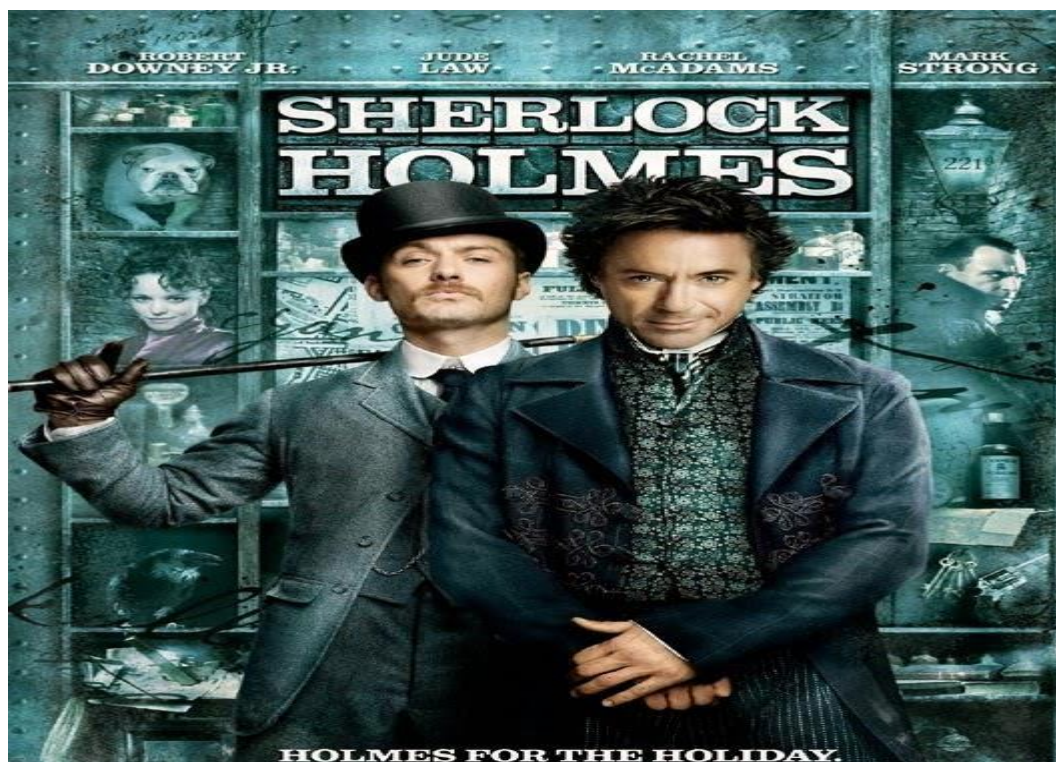


Ilustração 20: Sherlock – série de investigação criminal. Fonte <https://www.google.com>, 2022.

Vale ressaltar que alguns elementos do livro foram mantidos na série: como o chapéu característico de Sherlock e o número 221b gravado na porta da residência.

Dexter: trata-se de um especialista forense em análise sanguínea que leva uma vida dupla de homem da lei e serial killer com código de ética. Na verdade, Dexter é um psicopata que ajuda a polícia desvendar crimes, mas modo meticuloso, mata os criminosos sem deixar vestígios (SILVEIRA, 2017).



Ilustração 21: Dexter - série de investigação criminal. <https://www.google.com>, 2022.

CSI - Crime Scene investigation (investigação de cena de crime): trata-se de um grupo de cientistas do departamento de criminalística da Polícia, por meio da técnica forense, desvenda crimes e cometidos em situações incomuns e misteriosas. Na série destaca-se uns habilidosos personagem, que é um Biólogo e especialista em insetos (SILVEIRA, 2017). Portanto, especialista em Entomologia.

A série retrata o quanto é difícil cotidiano destes peritos investigadores judiciais, que passam maior parte do tempo de suas vidas analisando cenas de crimes e coletando vestígios para análise em laboratório (SILVEIRA, 2017).

Um fio de cabelo, um pedaço de unha, pegadas e impressões digitais, representam pistas e ferramentas para se chegar ao criminoso. Um aparente suicídio pode revelar-se, na verdade em um assassinato, apenas através da análise do tamanho do buraco da bala no corpo (SILVEIRA, 2017).

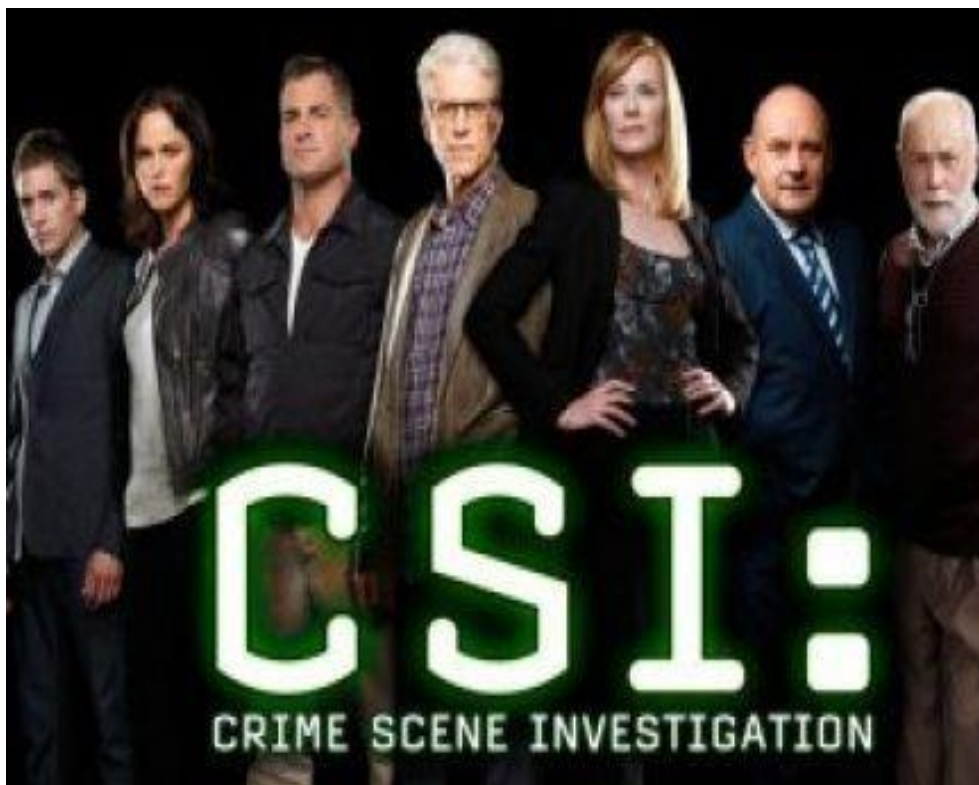


Ilustração 22: CSI - série de investigação criminal. Fonte: <https://biologiaparabiologos.com.br>, 2022.

A equipe CSI é altamente treinada para a busca de evidência em casos, desde abuso infantil, assassinatos de prostitutas, casos de legítima defesa, trazendo conclusões, identidade de autoria e motivações surpreendentes.

4.4 ATIVIDADE DE PESQUISA EM CAMPO

O projeto educativo sugerido compreende neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), parte de aulas expositivas dialogadas, apresentando a Biologia Forense, depois da sugestão de um cine debate, observando o fazer da Biologia Forense evidenciado em series de investigação criminal da Netflix e, neste terceiro momento, sugere-se uma pesquisa em campo, mais especificamente, aplicação de questionário a profissionais atuantes no Instituto Médico Legal (IML), de Itaituba Pará.

A disciplina de Biologia contribui para formar sujeitos críticos e atuantes, por meio de conteúdos que ampliem seu entendimento acerca do objeto de estudo, em sua complexidade de relações. O trabalho em campo é fundamental para relacionar a teoria e a prática (SANTOS, 2015).

Mediante o exposto, compreende-se que no ensino de Biologia, atividades de campo remetem à ideia de uma estratégia metodológica, na qual sala de aula é substituída por outro ambiente, onde promova condições de estudar relações, que podem ser entre os seres vivos ali presentes, ou mesmo a interação profissional do homem, no caso relacionado ao tema Biologia Forense.

Objetivos

Geral: observar em loco, a dinâmica da biologia forense por meio de especificamente, aplicação de questionário a profissionais atuantes no Instituto Médico Legal (IML), de Itaituba Pará.

Específicos:

- Aguçar aptidões para o futuro profissional.
- Promover a iniciação na pesquisa científica em campo.

Metodologia: orientação, acompanhamento na organização da atividade, mediação no debate e comentários complementares.

Recurso material: condução, computador e data show, impressora papel chamex.

Desenvolvimento: Para tanto, a turma de alunos do Ensino Médio, divide as perguntas do questionário em equipes, por exemplo, duas perguntas para cada equipe. Segue o questionário:

- 1- Qual formação exigida para se trabalhar no IML?
- 2- Há biólogos desempenhando função no IML de Itaituba, Pará ?
- 3- Quais as formações dos profissionais do IML de Itaituba?
- 4- O que faz um perito forense no IML?
- 5- Quais os procedimentos quando um corpo chega ao IML?
- 6- Em quais casos os corpos são enviados para o IML?
- 7- Quais os tipos de exames cadavéricos realizados?
- 8- O que é exatamente e, como é elaborado um laudo cadavérico?

Na sequência, a turma realiza a tabulação das perguntas e respectivas respostas. As equipes apresentarão os dados coletados, em um momento para socialização do conteúdo.

Expectativa: O processo de intervenção pedagógica em campo, além de proporcionar o uso de uma metodologia diferenciada, permite aos alunos participarem ativamente da sua construção de conhecimento. Portanto, a expectativa de resultado da aplicação da referida atividade de campo, compreende demonstrar que as aulas de campo é uma metodologia que favorece e contribui para a apropriação de conhecimentos, bem como, constatar o interesse dos alunos pela Biologia Forense no que tange a estudos posteriores e a aptidão profissional.

4.5 EXPERIÊNCIA DE OFICINA PEDAGÓGICA REALIZADA NO PARANÁ

Uma equipe de acadêmicos finalistas licenciados em Ciências Biológicas, do Programa Universidade Sem Fronteiras, realizou um projeto educativo, o qual segundo Ferreira (2019) tinha como objetivo propiciar a vivência da prática docente em suas várias etapas do processo de ensino/aprendizagem.

Uma das oficinas pedagógicas ofertadas foi sobre “Biologia forense”, para alunos do 3º ano do Ensino Médio, de um colégio estadual da cidade de Paçandu no Estado do Paraná.

O ensino de Biologia exige o uso de metodologias didáticas que auxiliem no processo de ensino/aprendizagem, de modo, a não permanecer apenas na teoria, mas sim, promover atividades dinâmicas e interativas. Uma oficina pedagógica representa espaço de construção e de reconstrução dos conhecimentos, aguçando o pensar, descobrir, reinventar, criar e recriar (ANASTASIOU; ALVES, 2004).

Biologia Forense é uma Ciência multidisciplinar, visto que utiliza outras ciências para a devida análise de um vestígio. Dentro da área da Biologia biológica, a Ciência Forense se vale da Entomologia, da Botânica, da Biologia Molecular, de exames de DNA e de técnicas de identificação de grupos sanguíneos (BERRIEL; OSSUCCI; GIANOTTO, 2011).

A utilização de temas contemporâneos nas aulas figura como possibilidade de dar significado às disciplinas ensinadas, ampliando a visão e instrumentalização do

aluno (BARBOSA, 2017). Nesse sentido, observa-se os **objetivos** da referida oficina:

- Abordar, de forma dinâmica, a Biologia Forense, um tema que não é discutido em sala de aula.
- Despertar, não somente curiosidade, mas também aptidões para a futura vida profissional.
- Expor a importância da aplicação dos conhecimentos da Biologia para resolver crimes.
- Demonstrar que um biólogo pode atuar em várias e campos profissionais.
- Relacionar a Biologia Forense com alguns conteúdos já estudados em sala de aula, como a Biologia Celular, a Genética e a Zoologia.

Quanto à **metodologia** utilizada pela equipe: a oficina teve duração de 2 horas/aulas entre explicações teóricas e algumas demonstrações práticas, a fim de estimular a investigação e a curiosidade dos alunos (FERREIRA et al, 2019).

Alguns **materiais didáticos** foram utilizados para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem: um insetário tradicional de coleópteros (besouros) e de dípteros (moscas), alguns insetos emblocados em resina, larvas de dípteros conservadas em álcool e duas lâminas para serem observadas no microscópio, uma de saliva e outra de sangue (FERREIRA et al, 2019).

Desenvolvimento: segundo a autora supracitada, para a oficina alguns casos de crimes fictícios foram apresentados em Power Point, os quais os alunos foram desafiados a resolver.

Os “casos de crimes” foram discutidos nos seguintes aspectos: O que é Ciência Forense? O que é Biologia Forense? O que fazem os biólogos forenses? Como os peritos fazem o seu trabalho? Quais são as áreas da Biologia Forense?

Ferreira et al (2019), uma das componentes da equipe, relata que no decorrer da oficina, os alunos participaram com entusiasmo das discussões propostas e que houve um despertar pelo assunto. O resultado da oficina observado pela equipe demonstrou bastante interesse da turma pela possibilidade de uma profissão futura.

5 CONCLUSÃO

Ficou passível de conclusão que um curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas não é uma área que se dedica somente à Educação, ou seja, voltada à docência, pois, por meio da compilação de informações teóricas, constatou-se que se pode atuar em vários campos que a Biologia engloba, oferecendo, portando a possibilidade de nos inserirmos em um vasto mercado de trabalho.

Neste caso, entre as possibilidades profissionais possíveis a um biólogo, podemos citar a Biologia Forense, que permite-nos trabalhar em ambiente externos e internos, com casos de crimes tais como estupro, assassinatos, homicídios, aplicando conhecimento da Biologia para análises, em laboratórios, dos vestígios encontrados no local dos delitos. Como foi observado no decorrer desta pesquisa, a Biologia Forense figura como um campo de trabalho promissor, com possibilidade de promoções, mediante tempo de experiência e especializações e capacitações na área forense, e além disso, com boa a carga horária e salários gratificantes. Além disso, são ofertados concursos públicos no país todo

Outrossim, ressaltou-se neste estudo a importância que o professor de Ensino Médio, tem ao preocupar-se em aguçar interesses de seus alunos para a vida adulta profissional, nesta fase de estudo, o que facilita ideias em suas mentes, fazendo com que procurem refletir sobre a escolha de cursos superiores para uma formação futura. Então, nesse sentido, o professor tem um papel fundamental em despertar interesses e o despertar para o amadurecimento.

REFERÊNCIAS

- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processo de ensino/aprendizagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. Joinville, SC: Universille, 2004.
- ANDELMAN, Sandy. **Conservation science outside the comfort zone**. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em jun. de 2022.
- ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio. **História da biologia**. / Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo, Alexandre Menezes e Ivaneide Alves Soares da Costa. – 2. ed. – Natal: EDUFRN, 2012. 214 p.
- ARAÚJO, W. S. de. **Ensino de Biologia: Relação dos conteúdos com o cotidiano do aluno**. 2014. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br>. Acesso em: 10 out. 2021.
- BANDEIRA, T.; PORTUGAL, D. **Criminologia**. Salvador: UFBA, 2017.
- BARBOSA, L. M. S. **Temas transversais: como utilizá-los na prática educativa?** Curitiba: Ibpex, 2007.
- BARBOSA, R.P; ROMANO, L.H. **História e importância da Genética na área forense**. Revista Saúde em Foco – Edição nº 10. 2018. Disponível em: <https://portal.unisepe.com.br>. Acesso em jun. de 2022.
- BENTO, Gonçalves. **Agricultura e paisagismo**. 2013. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br>. Acesso em mai. de 2021.
- BERRIEL, Y. G., BABÁ, A. Y., OSSUCCI, G., GIANOTTO, D. E. P. **Minicurso “Biologia Forense: A Ciência Desvendando o Crime” – Discutindo Tecnologia e Ciência em Sala de Aula**. In: Colloquium Humanarum, Presidente Prudente, v. 8, n. 1, p. 53-58, jan/jun 2011. DOI: 10.5747/ch. 2011. v. 08. n. 01.
- BERTI, Andreza Rosa CARVALHO, Milena. **O Cine Debate promovendo encontros do cinema com a escola Centro Cultural de Ciência e Tecnologia**. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ. <https://www.scielo.br/>. Acesso em jul. de 2022.
- BONONI, V. L. R. Curso de Gestão Ambiental. **Controle Ambiental de Áreas Verdes**. Barueri-SP: Manoli, 2004.

BOTTEON, V. W. **Interpretação do Padrão das Manchas de Sangue em um Caso de Homicídio em Local Inidôneo**. Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics, v. 7, n. 3, p. 162-171, 2018.

BRASIL. Conselho Federal de Biologia – CFBio - **Resolução Nº 374, de 12 de junho de 2015**. Disponível em: <http://www.cfbio.gov.br>. 2015. Acesso em maio de 2021.

BRASIL, CRBIO08. **Biólogo fala sobre atuação da classe na área de saúde, em situações de pandemia**. Disponível em <https://crbio08.gov.br>. Acesso em jun. de 2022.

BRASIL, EMBRAPA-CPAC. **Utilização das espécies arbóreas nativas**. 2000. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br>. Acesso em: 04 jun. 2021.

BRASIL, FUNASA. **Antecedentes Históricos da Funasa**. 2020. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br>. . Acesso em maio de 2021.

BRASIL, Ministério da Saúde, **Gestão da Regulação do Trabalho em Saúde**. Brasília Câmara de regulação do trabalho em saúde. 2006 (Série E. Legislação em Saúde).

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. Brasília, 1997.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL, Sistema CFBio. **Histórico da profissão de biólogo**. Disponível em: <https://www.crbio06.gov.br>. Acesso em jun. de 2022.

BRASIL. **Associação Brasileira de Bioinformática e Biologia Computacional**. Incentivo a Compreensão da importância da Biologia Computacional no Brasil e na América Latina. Disponível em: <http://www.ab3c.org/>. Acesso em jun. de 2022.

BRASIL. Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo. **Análises Clínicas e Toxicológica**. – São Paulo: 5ª edição. 2020.

BUSS, D. F. **Proteção à vida aquática, participação das comunidades e políticas de recursos hídricos**. Ciência e Ambiente, v. 25, p. 71-84, 2002.

CALIL, P. **O professor-pesquisador no ensino de ciências**. Curitiba: Editora InterSaberes, 2013.

CALLICOTT, J.B. (1990). **The case against moral pluralism**. Environmental Ethics 12: 98–124.

CAMPOS, W. E. (et al.). **Digestibilidade aparente de dietas contendo diferentes proporções de resíduo industrial de tomate.** Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/7614>. Acesso em jun. de 2022.

CARVALHO, Irineide Teixeira. **Microbiologia básica.** Recife: EDUFPRPE, 2010.

CASTELAR, W. et al. **Toxicologia forense.** Ambiente Acadêmico 1 (4), 22-36, 2018. Disponível em: <https://doity.com.br>. Acesso em jun. de 2022.

CCC, CANAL CIÊNCIAS CRIMINAIS. **Sugestões de séries sobre investigação criminal.** 2022. Disponível em: <https://canalcienciascriminais.com.br/seriesinvestigacao-criminal-netflix/>. Acesso em jul. de 2022.

CECCATO, Vania Marilande; PONTE, Edson Lopes. **Biologia evolutiva.** Fortaleza: EdUECE, 2015. 132 p. ; il. (Ciências Biológicas).

COSTA, Vera Rita; COSTA, Edson Valério (Org.). **Biologia: Ensino Médio –** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa.** São Paulo: Autores Associados, 2002.

DUARTE, Rosália. **Cinema & Educação.** Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

FERREIRA, Letícia Vieira (et al). **A biologia forense: conhecimentos da Biologia para resolver crimes.** 2019. Ciências Biológicas. SEM FRONTEIRAS/SETI-UEM. Disponível em: <http://www.eaex.uem.br/eaex2019/anais/artigos/228.pdf>. Acesso em jun. de 2022.

FOLTRAN, R.K.; SHIBATTA, L. **Atenção ao idoso: ação multiprofissional em saúde.** 1. Londrina: UniFil, 15-16, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo. Atlas, 1991.

GUERRA, Rafael Angel Torquemada. [Org.]. **Imunologia.** Cadernos Cb Virtual 5. João Pessoa: Ed. Universitária, 2010. 422p.

HANAZAKI Natalia. **Introdução à Ecologia.** 2. ed. e 1. reimp. – Florianópolis /UFSC, 2013.

KARLSSON, R.; LUTTROPP, C. **Ecodesign: what's happening? An overview of the subject area of Ecodesign and the papers in this special issue.** Journal of Cleaner Production, v. 14, p. 1291-1298, 2006.

KLEIN, Claudia Luciani; DUTRA, Ana Paula; DATTEIN, Raquel Weyh. **A construção de uma linha do tempo da biologia: a dinâmica da história da**

ciência. 2015. UNIJUI. Disponível em: <http://www.projetos.unijui.edu.br>. Acesso em jun. de 2022.

KRASILCHIK, M. **Práticas do ensino de biologia**. 4ª ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

LEE HC, Gaensslen R. E, Bigbee PD, Kearney JJ. **Guidelines for the Collection and preservation of DNA evidence**. J. Forensic Ident. 1991; 41(5): 341-345.

LEPIENKI, M.L., PINHO, K.E.P. **Recursos Didáticos no Ensino de Biologia e Ciências**. Disponível em: <http://www.diadiaeducacao.pr.gov.br.pdf>. Acesso em jun. de 2022.

LINO, C. F. **Cavernas: O fascinante Brasil Subterrâneo**. São Paulo: Editora Gaia, 2001.

LOBATO, Kelly Ribas. **Análises Forenses de Vestígios Biológicos**. 2014. Disponível em: https://seac.paginas.ufsc.br/files/2014/09/SEAC_2014.pdf. Acesso em jun. de 2022.

LOUREIRO, Frederico Bernardo. **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania** / 5 ed. São Paulo: Cortez 2011.

LUIZ, W. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios**. Revista Brasileira de Educação, v. 12, 2007.

LYNAM, J.K; HERDT, RW. **Sentido e sustentabilidade: A sustentabilidade como um objeti. vo na pesquisa agrícola internacional**. Agricultural Economics, 3, (1989).

MACHADO, Gelson. **Biologia Marinha**. 1ª Edição – 2007. Disponível em: <https://www.academia.edu>. Acesso em jun. de 2022.

MACHADO, Michelle. **Perfis de manchas de sangue: do local de crime à elaboração do laudo**. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em jun. de 2022.

MACIEL, D. R. **Análise do padrão de manchas de sangue em local de crime: revisão de literatura**. Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2014.

MAIA, Maria de Mascena Diniz. **Genética Geral para universitários**. 1. ed. Recife: EDUFRPE. 2015.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MONTANARI, Tatiana. **Histologia: texto, atlas e roteiro de aulas práticas**. 3. ed. – Porto Alegre: Edição do Autor, 2016.

NOGUEIRA, Tânia Marisa Braz. **Análise de Padrões de Manchas de Sangue**. 2013. <https://core.ac.uk/download/pdf/302909112.pdf>. Acesso em jul. de 2022.

OLIVEIRA, Jeferson Carvalhaes. **Tópicos em Micologia Médica**. Rio de Janeiro; 2014.

PINHEIRO, M. **Genética, Biologia Forense e Criminalística**. In: Rangel, R.; Magalhães, T. Noções gerais sobre outras ciências forenses. Porto, 2004.

PIRES, P.S. **Entendendo o ecoturismo: análises regionais e globais do turismo brasileiro**. São Paulo: Ed. ROCA. 2005.

PRODANOV; Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de Freitas. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/institucional/editorafeevale/metodologia-do-trabalho-cientifico--2-edicao>. Acesso em set. de 2021.

PROENÇA, Fabrício. **A Citologia**. 2018. Disponível em: <https://colegioequipejf.com.br>. Acesso em jun. de 2022.

PUJOL-LUZ, J. R., ARANTES, L. C., CONSTANTINO, R. **Cem anos da Entomologia Forense no Brasil (1908-2008)**. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(4), 485-492. 2008.

QUINTAS, José Silva. **Introdução a Gestão ambiental**. 2011. Disponível em: <https://06/livro-introducao-a-gestao-ambiental-publica.pdf>. Acesso em jun. de 2022.

REGO, S., PALÁCIOS, M., SIQUEIRA-BATISTA, R. **Bioética: histórico e conceitos**. In: Bioética para profissionais da saúde [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2009. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/33937/pdf/rego9788575413906-02.pdf>. Acesso em jun. de 2022.

SANTOS, Anderson Eduardo. **As principais linhas da Biologia Forense e como auxiliam na resolução de crimes**. 2018. *Revista Brasileira de Criminalística*. USP. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em jun. de 2022.

SANTOS, Sara Regina. **Atividade de campo no Ensino de Biologia**. 2015. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/pibidsul/23845-atividade-de-campono-ensino-de-biologia/>, Acesso em jul de 2022.

SANTOS, Vanessa Sardinha. **Biologia Forense**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/biologia-forense.htm>. Acesso em 07 de julho de 2022.

SAVIANI, D. **A nova Lei da Educação: trajetória, limites e perspectivas**. Campinas: Autores Associados, 2006.

SILVA, Estela Fernandes; MACAGNAN, Karine Laste; CARDOS, Tainã Figueiredo. **Biotecnologia: um panorama ao longo dos séculos**. — Iguatu, CE: Quipá, 2021.

SILVA, M. L. da. **A Importância do Ensino Contextualizado na Biologia**. 2013. Disponível em: <http://reec.uvigo.es.pdf>. Acesso em 07 de julho de 2022.

SILVA, Regina Célia Viana Martins (et al). **Noções morfológicas e taxonômicas para identificação botânica**. – Brasília, DF: Embrapa, 2014.

SILVA, T. S.; LANDIM, M. F. **Aulas práticas no ensino de Biologia: análise da sua utilização em Escolas no município de Lagarto/SE**. 2012. Disponível em: <https://ri.ufs.br>. Acesso em: out. 2021.

SILVEIRA, Taísa. **Criminal ou forense: para você se inspirar em ser perito**. 2017. Disponível em: <https://www.ung.br>. Acesso em: jul. de 2022.

SOUSA, Janaína Mendes; QUEIROZ, Paulo Roberto Martins. Faculdade Anhanguera de Brasília. **Ensaio de Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde. Vol. 16, Nº. 3, Ano 2012**.

SOUZA, Elaine Barbosa de Souza. **Atuação profissional do Biólogo**. Disponível em: <https://www.todabiologia.com/biologo.htm>. Acesso em maio de 2022.

TEIXEIRA, D. A. **Fisiologia Humana**. Teófilo Otoni - MG. 2021. Disponível em: <https://unipacto.com.br>. Acesso em mai. de 2022.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo. **A educação científica sob a perspectiva da Pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências**. Ciênc. educ. (Bauru) [online]. 2003, vol.9, n.2, pp.177. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200003>. Acesso em jun. de 2022.

TEIXEIRA, Pedro; VALLE, Silvio (Org.) **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2010.

TINOCO, João Eduardo Prudêncio; KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Contabilidade e gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2004.

TOURINO. Ana Lúcia. **Aracnologia: Sistemática, Coleta, Fixação e Gerenciamento de Dados**. Universidade Federal Estadual do Mato Grosso. 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em jun. de 2022.

VENZKE, C. **A Situação do Ecodesign em Empresas Moveleiras da Região de Bento Gonçalves - RS: análise das posturas e práticas ambientais**. Dissertação - (Mestrado em Administração), Programa de Pós-graduação em Administração, UFRGS. Porto Alegre, 2002.

ZUCON, Maria Helena. **Introdução à Paleontologia**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2011.