



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS SÃO JOÃO DO PIAUÍ**

CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FRANCISCO GILSIMAR SÉRIO

**A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA E SUA APLICAÇÃO EM DIFERENTES CAMPOS
CIENTÍFICOS: UMA ANÁLISE DE SUA IMPORTÂNCIA PARA A COMPREENSÃO
DE DIFERENTES CONCEITOS**

SÃO JOÃO DO PIAUÍ

2023

FRANCISCO GILSIMAR SÉRIO

**A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA E SUA APLICAÇÃO EM DIFERENTES CAMPOS
CIENTÍFICOS: UMA ANÁLISE DE SUA IMPORTÂNCIA PARA A COMPREENSÃO
DE DIFERENTES CONCEITOS**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus São João
do Piauí.

Orientadora: Prof.^a. Ma. Geovana de Sousa Lima
Coorientador: Prof. Me. José Souza da Costa

**SÃO JOÃO DO PIAUÍ
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Sério, Francisco Gilsimar

S485i A ilustração científica e sua aplicação em diferentes campos científicos:
uma análise de sua importância para a compreensão de diferentes conceitos
/Francisco Gilsimar Sério. - 2023.
51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus São João do Piauí, 2023.

Orientador: Prof.^a. Ma. Geovana de Sousa Lima.

Coorientador: Prof. Me. José Souza da Costa

1. Ilustração científica. 2. Paleontologia (Ilustração científica) . 3.
Geologia (Ilustração científica). 4. Ilustrações científicas - Técnica.
I. Título.

CDD – 502.22

Elaborado por Franceli Mariano de Moura CRB 3/1222

FRANCISCO GILSIMAR SÉRIO

**A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA E SUA APLICAÇÃO EM DIFERENTES CAMPOS
CIENTÍFICOS: UMA ANÁLISE DE SUA IMPORTÂNCIA PARA A COMPREENSÃO
DE DIFERENTES CONCEITOS**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus São João
do Piauí.

Aprovada em: 29 / 06 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ma. Geovana de Sousa Lima (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Rodrigo da Silva Rodrigues
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

Prof. Dr. Karen Veloso Ribeiro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

Deus, e a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores e amigos do IFPI, do Campus São João do Piauí, pois todos contribuíram para a realização deste trabalho, mesmo que tenha sido de forma direta ou indireta.

Ao professor João Compagnon, que me fez saber da existência da IC. Ao coorientador professor José Souza da Costa, uma pessoa extremamente brilhante, que deu todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui.

Agradeço a minha orientadora, Geovana de Sousa Lima, que ajudou na realização deste trabalho. Em especial, à Deus, que meu deu forças nas horas mais difíceis e nunca me deixou desistir.

"Qualquer pessoa que acredita que você não pode mudar a história, nunca tentou
escrever suas memórias."

David Ben Gurion.

RESUMO

Este trabalho aborda como tema a ilustração científica, e como ela está presente em diferentes campos científicos, buscando compreender a sua importância e como ela é utilizada dentro da Ciência por meio de conceitos e aplicações no ensino. O objetivo foi analisar a importância e o uso da ilustração científica, em diferentes áreas do campo científico. Enfatizando os seguintes objetivos específicos: revisão teórica histórica; sua importância para o Ensino de Geologia e Paleontologia; propostas da utilização de IC no ensino; levantamento de guias ilustrados e mapeamento destes no Brasil como ferramenta de conservação ambiental. Para o levantamento bibliográfico buscou-se em plataformas de pesquisas em sua base de dados como Google Acadêmico, Scielo, CAPES, artigos, monografias, tese, dissertação, no idioma português e inglês utilizando os seguintes descritores: “ilustração científica na geologia”, “ilustração científica na paleontologia” “ilustração científica” para se obter trabalhos que tragam conteúdos sobre a IC. Para o levantamento dos guias ilustrados foram feitas buscas em sites que disponibilizam acervos grátis para consultas em sua biblioteca virtual, como o WWF BRASIL, ICMBio, Projetoreflorir, Apassarinhologa, trabalhos que envolvam obras ilustradas, que trazem no título os termos “guias ilustrados”, “guias de campo ilustrados” e “biomas brasileiros ilustrados”. Com o levantamento dos guias foram selecionados 95 para a análise e descartado 81, por terem conteúdos já repetidos sobre espécies e biomas brasileiros e outros escassos de ilustração (desenhos), 14 obras foram selecionadas para produção do quadro de análise e mapas. Foram produzidas quatro ilustrações relacionadas a Geologia e Paleontologia para aplicação de conceitos no Ensino Superior, trabalhadas em nanquim usando a técnica do pontilhismo, são elas: *Glyptodon clavipes*, placa óssea, perfil geológico e icnofósseis. A ilustração científica no seu contexto histórico, traz várias informações com trabalhos relacionados a ilustração, mostrando sua relevância e importância, para adquirir conhecimento sobre a mesma. Mesmo com grande acervo bibliográfico teórico-histórico ela ainda é pouco conhecida, no Brasil ainda não é tão reconhecida e trabalhada como em Aveiro, Portugal e Estados Unidos. Dentro da Paleontologia ela é utilizada por meio da paleoarte. Na Geologia está presente por meio de ilustrações geológicas, mas há carência de trabalhos focando na IC na Geologia e Paleontologia. A ilustração científica, auxilia no ensino de paleontologia e geologia suprimindo a carência de materiais didáticos, quando a instituição de ensino não tem recursos financeiros ou recursos tecnológicos. As oficinas como metodologias de ensino com a utilização da IC ajudam muito na compreensão de conceitos, tornando-os menos complexos. É preciso a criação de centros de IC no Nordeste e em outras regiões do Brasil, para divulgação de guias de campo do bioma brasileiro. Pois há uma grande carência de guias ilustrados nesta região. O seguinte trabalho contribui para a divulgação de conhecimento da IC no campo científico.

Palavras-chave: ilustração científica; ensino; paleontologia; geologia.

ABSTRACT

This work addresses scientific illustration as its theme, and how it is present in different scientific fields, seeking to understand its importance and how it is used within Science through concepts and applications in teaching. The aim was to analyze the importance and use of scientific illustration in different areas of the scientific field. Emphasizing the following specific objectives: historical theoretical review; its importance for the Teaching of Geology and Paleontology; proposals for the use of CI in teaching; survey of illustrated guides and their mapping in Brazil as a tool for environmental conservation. For the bibliographic survey, research platforms were searched in its database such as Google Scholar, Scielo, CAPES, articles, monographs, thesis, dissertation, in Portuguese and English using the following descriptors: "scientific illustration in geology", "scientific illustration in paleontology" "scientific illustration" to obtain works that bring contents about CI. To survey the illustrated guides, searches were carried out on sites that provide free collections for consultation in their virtual library, such as WWF BRAZIL, ICMBio, Projeto Reflora, Apassarinholo, works involving illustrated works, which have in the title the terms "illustrated guides", "illustrated field guides" and "illustrated Brazilian biomes". Content already repeated about Brazilian species and biomes and other scarce illustrations (drawings), 14 works were selected for the production of the analysis chart and maps. Four illustrations related to Geology and Paleontology were produced for the application of concepts in Higher Education, worked in India ink using the pointillism technique, they are: Glyptodon clavipes, bone plate, geological profile and trace fossils. Scientific illustration in its historical context, brings various information with works related to illustration, showing its relevance and importance, to acquire knowledge about it. Even with a large theoretical-historical bibliographical collection, it is still little known, in Brazil it is still not as recognized and worked as in Aveiro, Portugal and the United States. Within Paleontology it is used through paleoart. In Geology it is present through geological illustrations, but there is a lack of works focusing on CI in Geology and Paleontology. Scientific illustration assists in the teaching of paleontology and geology, supplying the lack of didactic materials, when the teaching institution does not have financial resources or technological resources. The workshops as teaching methodologies with the use of CI help a lot in understanding concepts, making them less complex. It is necessary to create CI centers in the Northeast and in other regions of Brazil, for the dissemination of field guides for the Brazilian biome. Because there is a great lack of illustrated guides in this region. The following work contributes to the dissemination of CI knowledge in the scientific field.

Keywords: scientific illustration; teaching; paleontology; geology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Mamute na caverna em <i>El Pindal</i> , na Espanha.....	16
Figura 2 — Bisão na caverna de Altamira, na Espanha, bem detalhado.....	17
Figura 3 — Reprodução em xilografia do rinoceronte indiano feita por Alberct Dürer em 1515.....	18
Figura 4 — Rodolfo Nogueira é desing e formado em desenho industrial pela Unesp no câmpus de Bauru.....	19
Figura 5 — Ilustradora Botânica Diana Carneiro. Membro fundador do Centro de Ilustração Botânica do Paraná (CIBP).....	20
Figura 6 — Ilustrações feitas por Leonardo da Vinci feitas a partir de estudos que possuía sobre o corpo humano.....	21
Figura 7 — Ilustração de um pterossauro, feita pelo professor Jean Herman, em 1784.....	23
Figura 8 — O viajante do tempo se encontrando com hienas pré-históricas na caverna Kirkdale, 1784-1856.....	24
Figura 9 — A famosa cena de combate de Knight: “ <i>Laelaps</i> a saltar”, de 1897.....	25
Figura 10 — <i>Elements of Geology</i> de Charles Lyell de 1838.....	27
Figura 11 — Ilustração científica da paleoarte, de uma placa óssea de <i>Glyptodon</i> , encontrada no Museu da Natureza em Coronel José Dias, estado do Piauí, Brasil, feita em nanquim.....	32
Figura 12 — Representação paleoartística de um <i>Glyptodon clavipes</i> baseada no modelo presente no Museu da Natureza, no município de Coronel José Dias, no estado do Piauí, Brasil.....	34
Figura 13 — Icnofósseis (A) e (B) , incrustados sobre a rocha arenítica.....	36
Figura 14 — (A) Arenito com a estratificação cruzada; (B) Arenito conglomerado; (C) Arenito com estratificação horizontal. Localizando na Comunidade Olho D’água do Pinga, interior do município Campo Alegre do Fidalgo, Piauí, Brasil. Ilustração pontilhismo em nanquim.....	38
Figura 15 — Mapa com localização geográfica das cidades de publicações dos guias ilustrados.....	42
Figura 16 — Mapa de distribuição dos grupos e/ou espécies ilustrados nos guias, por Bioma.....	43

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Materiais usados na ilustração.....	31
Quadro 2- Guias ilustrados, guias de campo, e publicações que trazem fotos e ilustrações.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AICCOB	Associação dos Ilustradores Científicos do Centro Oeste Brasileiro
IC	Ilustração Científica
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
RASTER	Mapa de Bits
SIRGAS	Sistema de Referências Geocêntrico para a América do Sul
CIBP	Centro de Ilustração Botânica do Paraná
UNB	Núcleo de Ilustração Científica da Universidade de Brasília
IBUSP	Núcleo de Ilustração Científica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo
UNESP	Universidade Estadual Paulista
WWF	World Wide Fund For Nature
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
QGIS	Geographic Information System

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA AO LONGO DO TEMPO	16
2.1 PRÉ-HISTÓRIA: CAVERNAS E SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS	16
2.2 A CONTEMPORANEIDADE	19
3 A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA NA MULTIDISCIPLINARIDADE	22
3.1 A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA NA PALEONTOLOGIA (PALEOART).....	22
3.2 ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA NA GEOLOGIA.....	26
4 A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO SUPERIOR	28
5. MATERIAIS E MÉTODO	30
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda como tema a ilustração científica, e como ela está presente em diferentes campos científicos, buscando compreender a sua importância e como ela é utilizada dentro da Ciência por meio de conceitos e aplicações no ensino, como ela é utilizada, para uma melhor compreensão de seus métodos e desenvolvimento ao longo do tempo desde eras pré-históricas por meio de pinturas rupestres em sítios arqueológicos e cavernas, como sua evolução ao longo dos séculos como a ilustração naturalista e a científica até a atualidade e sua utilização no Ensino Superior, compreendendo conceitos que podem ser utilizados no ensino por meio de ilustrações científicas e como uma ferramenta para conservação ambiental. A partir de uma revisão na literatura conhecer suas aplicações em áreas da Ciência, em seu contexto histórico como a Paleontologia e Geologia (Geomorfologia).

A Paleontologia é a ciência que estuda fósseis antigos, pois só é possível entender o mundo atual como animais e plantas e saber sobre o seu passado graças a vestígios de fósseis conservados atualmente. Ela se fundamenta em duas ciências: a Biologia e Geologia. Sendo na Biologia que o paleontólogo busca subsídios para estudar os fósseis (CARVALHO, 2010).

A Paleontologia tem como objetivo fornecer dados de conhecimento para a evolução biológica de seres vivos através do tempo, reconstituir ambientes em que o fóssil viveu. Também ela estima a datação relativa de camadas, por grau de evolução de diversos grupos de plantas e de animais fósseis. Auxilia também na reconstituição da história geológica da Terra. A Paleontologia pode ser estudada através de duas abordagens, sendo uma descritiva com a identificação do fóssil, sua reconstituição e relação filogenética, visando estabelecer correlações cronoestratigráficas e interpretações de paleoambientais. A segunda chamada de Paleobiologia dando ênfase na identificação de leis e fenômenos que atuaram na origem da vida, formação da biosfera, extinções, investigar ações dos paleoambientes em processos evolutivos dos organismos (CARVALHO, 2010).

Mas nem sempre os fósseis estão bem preservados, o que dificulta a visualização de suas estruturas. Existem fatores que contribuem para a destruição das rochas, como água, eventos tectônicos, vulcanismo, agentes de erosão e metamorfismos por intermédio da ilustração (paleoarte) é possível ter uma melhor visualização do objeto (fóssil) de forma detalhada tornando-as compreensíveis para um público leigo (MARTINE; BRANCO, 2017).

A Geologia trata-se da ciência que estuda o passado da terra para compreensão de suas formações rochosas. A Geologia busca investigar as ações ambientais decorrentes por ações antrópicas por meio de registros estratigráficos sendo chamado de depósitos tecnogênicos. A geologia pode ser usada para entender como são formados os minerais e as rochas, a importância de fósseis, vulcões, terremotos, marés, e como surgiram as montanhas, também para explicar a formação do solo e como é feito o transporte e deposição de sedimentos e o acúmulo de águas no subsolo(subterrâneo). A ilustração científica pode ser trabalhada com desenhos de rochas, minerais, relevos e ambientes de sedimentação, sendo mais bem representado pela ilustração. A maioria dos livros de geologia trazem ilustrações de forma global, sendo a local ainda ausente (ALMEIDA; ARAUJO; MELLO, 2016).

O conhecimento local é fundamental para conhecer por meio da ilustração científica, a geodiversidade da nossa região da caatinga, bem como o seu relevo e organismos extintos visando trabalhar a divulgação do conhecimento local e sua importância na literatura. A Caatinga é rica em achados arqueológicos e formações

geológicas, mas muitos desconhecem sua grande biodiversidade tanto de plantas como de animais, pelo fato de sua vegetação ser escassa e espinhosa. Ela tem grande potencialidade em estudos de objetos, tipos de rochas e animais, já extintos, facilitando assim a aprendizagem de forma visual e prática. Muitos artistas e naturalistas utilizavam desenhos, pinturas e gravuras dentre outras ferramentas, para ilustrar a natureza e propondo assim um vasto acervo que são utilizados até os dias de hoje (VARGAS, 2022), o que torna esse bioma, um local perfeito para desenvolver trabalhos de ilustração científica.

A ilustração científica (IC) se foca em contar uma determinada história e descrever a realidade, onde se insere cortes e diferentes perspectivas, juntamente com anotações explicativas do que está sendo observado (PEREIRA, 2006). O trabalho justificou na importância da ilustração científica que é utilizada em várias ramificações da Ciência, como no Ensino Superior, por meio de divulgações científicas e trabalhos acadêmicos que envolve a IC.

De acordo com Vitor e Martins (2020), a ilustração científica ainda é pouco explorada na área do Ensino de Ciências, nesse sentido, sabe-se pouco sobre a sua importância na área acadêmica e em disciplinas escolares, onde muitos trabalhos no Ensino de Ciências a consideram apenas imagens que acompanham um texto. São poucas instituições que formam ilustradores científicos no Brasil, algumas vinculadas a universidades públicas tem apenas cursos e oficinas e outras realizam encontros de estudantes e profissionais interessados. Mas temos alguns centros em destaque como Centro de Ilustração Botânica do Paraná em Curitiba (CIBP) o Núcleo de Ilustração Científica da Universidade de Brasília (UnB), Núcleo de Ilustração Científica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IBUSP) (ALVES, 2015).

Sendo assim é levantado os seguintes questionamentos: O que torna a ilustração científica pouco conhecida? Qual sua importância no campo científico, principalmente dentro da Geologia e Paleontologia? Conceitos e propostas que podem ser trabalhados com base nas ilustrações? Objetivou-se com esse trabalho analisar a importância e o uso da ilustração científica, em diferentes áreas do campo científico elaborando propostas para o ensino superior. Para isso, será necessário conhecer sua revisão histórica-teórica; sua importância para o Ensino de Geologia e Paleontologia; propostas da utilização de IC no ensino; levantamento de guias ilustrados e mapeamento destes no Brasil como ferramenta de conservação ambiental.

A ilustração científica é uma poderosa aliada na construção e na divulgação do conhecimento, ela se torna uma ferramenta útil no processo de aprendizagem e pesquisas, sejam para cientistas especialistas ou para pessoas simples de conhecimento leigo (CORREIA, 2012).

2 ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA AO LONGO DO TEMPO

Nesta seção 2 será apresentado figuras feitas pelo homem pré-histórico que utilizava a ilustração para representação de animais, caça e seu modo de vida. Encontradas em cavernas e sítios arqueológicos, as ilustrações não tinham um rigor científico, mas eram o suficiente para compreender o que o homem do passado queria dizer. Também a sua evolução ao decorrer dos séculos desde cópias em mosteiros até o período das Grandes Navegações feitas por naturalistas, dando origem a ilustração naturalista, que por sua vez evoluiu para a científica. Com o avanço da ilustração científica, ela se uniu com a tecnologia, utilizando softwares e recursos tecnológicos para criação de animais extintos principalmente na Paleontologia e com um rigor científico em outras áreas da Ciências feitas por ilustradores da atualidade.

2.1 PRÉ-HISTÓRIA: CAVERNAS E SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS

Para entender como surgiu a ilustração científica, precisa-se compreender como era a ilustração no período pré-histórico e como os homens expressavam seus sentimentos e descreviam suas histórias através de ilustrações rupestres. Os primeiros sinais pictóricos surgiram há cerca de 30.000 anos na forma de pinturas rupestres. Os antigos egípcios, babilônicos, grego, chineses e indianos fizeram registros relacionado a medicina em pedra, metal, cerâmica, bambu e seda. Em *El Pindal*, na Espanha, há uma caverna pré-histórica (c. 15.000 à) onde mostra um mamute (**Figura 1**) com uma área escura em forma de folha que se assemelha ao coração do animal. A figura 1 desse mamute seria a primeira ilustração anatômica de um animal (HAJAR, 2011).

Figura 1 — Mamute na caverna em *El Pindal*, na Espanha.



Fonte: Hajar (2011).

O homem na pré-história não tinha o desenvolvimento da escrita, portanto através de ilustrações de desenhos, figuras, pinturas e gravuras rupestres, passou a revelar a sua forma de vida por meio dessas ilustrações; descrevendo assim a sua história com o passar dos séculos. Em 1868, Modesto Cubillas (Grutas de Altamira) descobriu uma caverna pré-histórica em *Santillana del Mar*, Cantábria, Espanha. Em 1879, ele voltou para a caverna com sua filha e se tornou a primeira pessoa a ver as coloridas pinturas rupestres, como está mostrado na **(Figura 2)** que eram muito realistas para aquela época (GROBEL; TELLES, 2014).

Figura 2 — Bisão na caverna de Altamira, na Espanha, bem detalhado.



Fonte: Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira. (?).

Em setembro de 1940, a Caverna de Lascaux em Montignac, na França, foi descoberta por quatro jovens, Marcel Ravidat, Jacques Marsal, Georges Agniel e Simon Coencas. Marcel, ao descer com uma corda no fundo da caverna a cerca de 2,4 metros, encontrou uma cena de luta no chão entre um homem e um búfalo (GROBEL; TELLES, 2014). No Parque Nacional da Serra da Capivara que fica localizado no sudeste do Piauí – Brasil, tem-se pinturas rupestres em vários sítios arqueológicos, que são diversificadas na temática, técnicas e como são expostas nas rochas. As obras gráficas foram feitas em diferentes épocas e por diferentes grupos culturais, esses grupos utilizaram por meio da ilustração o que queria expressar e comunicar, sem precisar ter um realismo detalhado, cada grupo representou suas ilustrações nas rochas contando seu modo de vida (PESSIS; CISNEIROS; MUTZENBERG, 2018).

O Parque Nacional de Sete Cidades, que fica localizado na cidade de Piripiri, no Piauí - Brasil recebeu esse nome devido as formações rochosas separadas em sete conjuntos pelo jornalista Jácome Avelino Batista, onde escreveu um artigo em 9 de dezembro de 1886, chamada “cidade Petrificado no Piauí” (LUSTOSA; MEDEIROS, 2002). Suas pinturas são da tradição Agreste e caracteriza-se pelo puro

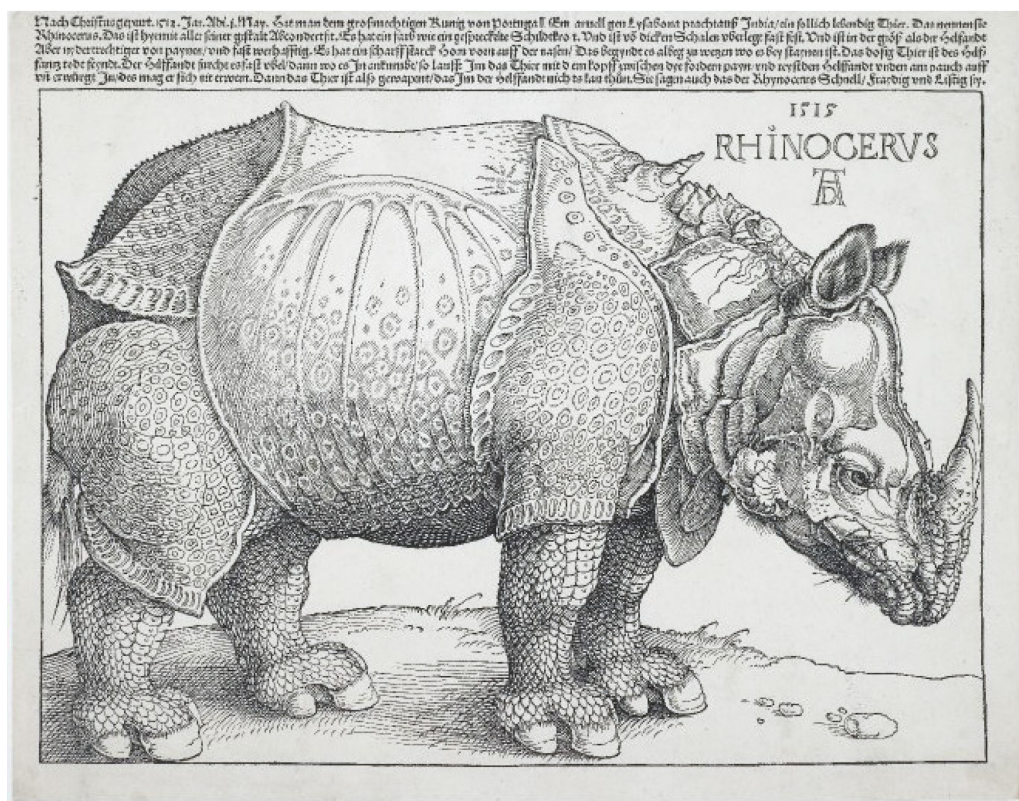
grafismo, com figura de pássaro de asa aberta, carimbos de mãos e lagartos (CAVALCANTE, 2014).

Do século I ao século XIV, as ilustrações visuais de animais e de plantas foram confinadas aos mosteiros. Todos foram copiados exaustivamente ao longo dos séculos, trazendo consigo perdas de informações e definições. Segundo Carneiro (2012), os desenhos sofreram alterações em suas estruturas nos detalhes morfológicos de importância taxonômica. Isso tornou em mitos e lendas e em simbolismo fantástico (BAUMANN, 2016).

A cultura na idade média era muito fascinada pelo imaginário monstruoso, como exemplo o bestiário de Conrad Gesner (*Historia animalium*), isso devido ao fato de terem contato com terras distantes, que possibilitou o imaginário popular criar lendas e até certos textos ilustrativos com homens e animais monstruosos, também foram ilustradas em enciclopédias na idade média feitos por relatos de viajantes posteriores (VITOR, 2021). Muitas ilustrações eram de forma de “desenhos ditados” construídas apenas com relatos orais sem a visualização (CORREIA; FERNANDES, 2012).

Nos séculos XV-XVI, com o surgimento da imprensa e a produção de livros, os desenhos puderam ser multiplicados sem perder a originalidade pelas xilogravuras. Uma das xilogravuras mais famosas (impressão por meio de uma matriz de madeira esculpida) é do gênio renascentista alemão Albrecht Dürer de um rinoceronte indiano (*Rhinoceros unicornis*) (Figura 3) feito apenas com base oral de um português que viu o animal sendo desembarcado em Lisboa. Como mostra a Figura 3, o artista ainda acrescentou um chifre na parte superior da cintura escapular (CORREIA, 2010). Pelo autor ter muita credibilidade, essa imagem foi copiada e redesenhada até a exaustão migrando até mesmo para manuais científicos de todo o mundo durante três séculos, mesmo com erros nela contidos.

Figura 3 — Reprodução em xilografia do rinoceronte indiano feita por Alberct Dürer em 1515.



Fonte: Correia (2010).

Com o avanço da sociedade durante séculos e dos métodos de ilustração, inicia-se a chamada ilustração científica, onde ela remonta uma data de cinco séculos, abrangendo diversas áreas de conhecimento humano. Ela reuniu diversos especialistas e enquadra naturalistas, médicos, biólogos, cientistas e artistas. No período das Grandes Navegações, além de serem grandes exploradores precisavam ser excelentes ilustradores (SUGUITURU; MORINI, 2012).

Durante os séculos XV ao XVI houve grandes navegações de exploração e descobertas. Naturalistas e exploradores descobriram animais e plantas, usando técnicas de ilustração por meio de observação *in loco*, naturalistas usaram técnicas que mostraram a cor e a aparência do desenho (RAPATÃO; PEIRÓ, 2016). A ilustração naturalista é baseada na observação, onde o ilustrador busca registrar a fauna e a flora, mostrando suas espécies. A ilustração científica visa auxiliar o pesquisador na forma de desenhos detalhados mostrando partes importantes do material biológico (ARAÚJO, 2009).

As ilustrações criadas nos séculos XV e XVI reforçaram as imagens de observação que são registros da observação direta como ilustração de espécies. É nesta fase inicial de observar para se conhecer, descobrir e demonstrar e certificar, que surge a base inicial que dá origem à ilustração científica. Os desenhadores que se dedicavam a ilustrar a história natural ou da medicina humana acabaram se tornando verdadeiros especialistas. De acordo com a *Instructio peregrinatoris* de 1759 com atribuição a Lineu, naturalista tinha que ser versado em história natural, saber pintar, traçar cartas, ser bem informado, saber escrever latim, ter diário claro e preciso, observar e descrever a geografia de lugares visitados. O desenhador e naturalista em si, tinham privilégios de estatuto social entre os nobres e os reis e eram extremamente desejados por oficinas de imprensa europeia (PATACA, 2003).

2.2 A CONTEMPORANEIDADE

A ilustração científica na atualidade se une com a tecnologia para facilitar ainda mais a reconstrução de elementos extintos e atuais, sendo que a ilustração manual não deixa de ser utilizada, pois a fotografia não mostra os aspectos de uma ilustração manual. Na Paleontologia, tem-se o paleoartista Rodolfo Nogueira, (**Figura 4**) que trabalha com Paleodesign usa *softwares* para modelagem de dinossauros como o ZBrush e o Autodesk Maya para animação (LOPES; CASTIÑEIRA; SILVA, 2016).

Figura 4 — Rodolfo Nogueira é desing e formado em desenho industrial pela Unesp no câmpus de Bauru.



Na figura a direita Anfibios *Australerpeton* feitos com os *Softwares* ZBrush e Maya em um ambiente do Período Permiano. Fonte: Lopes; Castiñeira, Silva (2016).

Na ilustração Botânica, tem-se o ilustrador Rogério Lupo, que trabalha com ilustrações em nanquim bico de pena, na criação de pranchas, e a utilização da câmara clara, uma lupa que aumenta o desenho de tamanho. Outra ilustradora na botânica é Diana Carneiro, (Figura 5) após dez anos de estudos e pesquisas escreveu seu livro *Ilustração Botânica: Princípios e Métodos*, mostrando técnicas de ilustração para iniciantes, apurando o olhar para a observação do desenho na IC (CARNEIRO, 2012).

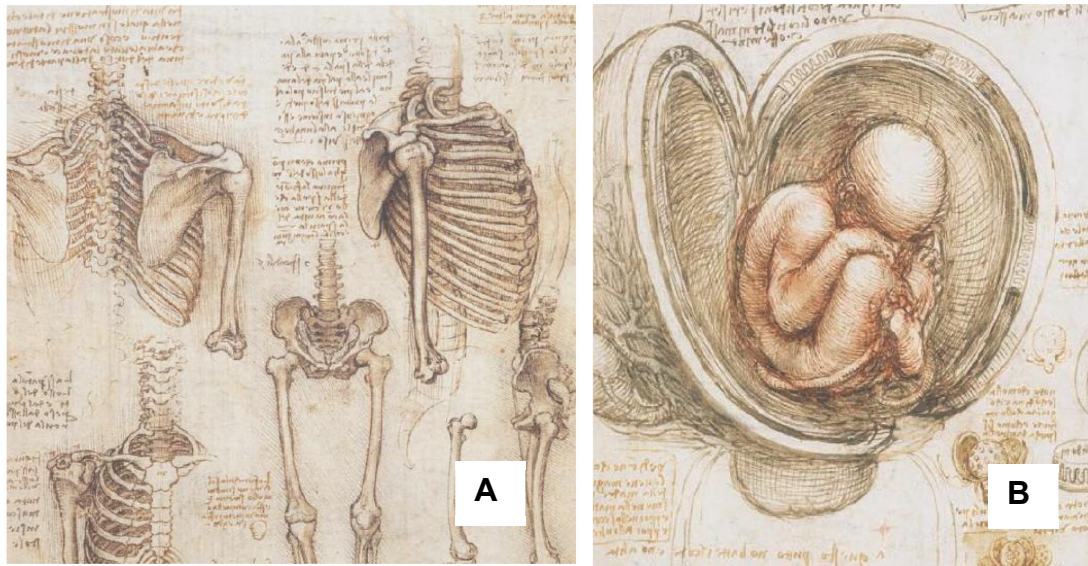
Figura 5 — Ilustradora Botânica Diana Carneiro. Membro fundador do Centro de Ilustração Botânica do Paraná (CIBP).



Ilustração botânica *Theobroma cacao* ou Cacauzeiro. Fonte: *Ilustração Botânica: Princípios e Métodos*, Carneiro (2012).

A ilustração também está presente na medicina que também evoluiu com o tempo, tendo seu pioneirismo com Leonardo da Vinci o qual fez 800 ilustrações científicas da anatomia humana, como exemplo de um feto no útero e representação de esqueleto humano na Figura 6. As ilustrações médicas pintadas e desenhadas a mão, ainda, são utilizadas até os dias de hoje, sendo inseridas em manuais ou revistas médicas. Também há as ilustrações de forma mistas, ou seja, entre o computador e o manual, onde é feita de forma manual e depois trabalhada e digitalizada no computador, mas os ilustradores preferem a ilustração digital (raster), por facilitar e editar com rapidez, se mostrando versátil suas alterações e reutilização para trabalhos futuros (BARROCAS; CORREIA, 2016).

Figura 6 — Ilustrações feitas por Leonardo da Vinci feitas a partir de estudos que possuía sobre o corpo humano.



A. Representação de estruturas do esqueleto humano, coluna vertebral, costelas, braço. **B.** Útero aberto mostrando um feto envolto em um cordão umbilical. Fonte: Almeida (2014).

Com o avanço da tecnologia surge a pergunta: mas por que a ilustração científica ainda está presente até os dias de hoje se tem fotos de alta resolução e microscópio eletrônico? A resposta é simples. Existem elementos que não podem ser captados por outros meios, a não ser que seja pelo desenho, permitindo os detalhes, estruturas, proporções e outros aspectos importantes, a exemplo de uma célula ou uma membrana plasmática ou um DNA, sendo que essas estruturas podem ser melhor representadas no desenho (ALVES, 2015).

Tem-se diversos recursos tecnológicos usados na ilustração, como exemplo, a mesa digitalizadora, que facilita criações digitalizadas, o Photoshop, Procreate, Paint Tool Sai, essas ferramentas podem ser usadas em técnicas mistas ou seja, desenho manual no papel e após isso, serem digitalizadas nesses *softwares*. Essas técnicas de ilustração também podem ser usadas no Ensino de Ciências, onde o professor sai da sala de aula com os alunos e fotografam folhas para a área botânica e desenharam no papel e após isso são passadas para o computador para a digitalização com *software* específico para a ilustração (MOURA; SILVA; RIBEIRO, 2016).

3 A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA NA MULTIDISCIPLINARIDADE

Nesta seção 3, será apresentado a ilustração científica presente na Geologia e Paleontologia por meio de seu contexto histórico. Na Paleontologia será falado sobre o termo paleoarte e como surgiu outras definições de termos adequados para a reconstituição de organismos fósseis. Será explicado o surgimento da *paleoimagery* e paleodesign, mostrando suas diferenças. Com o tempo a paleoarte veio ganhando seu lugar na paleontologia dando lugar a ilustrações no imaginário popular de grandes artistas, criando ambientes pré-históricos com animais extintos numa tentativa de demonstrar como esses animais viviam no passado (CARVALHO, 2020).

Já na Geologia será discutindo os princípios básico de estratigrafia de Steno, e o surgimento da Geologia como Ciência, também o plutonismo de James Hutton e a teoria de netunismo de Gottlob Werner, mostrando como a ilustração se faz presente na representação desses estudos geológicos.

3.1 A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA NA PALEONTOLOGIA (PALEOART)

Paleontologia é o estudo dos seres vivos extintos e sua evolução ao longo da história da Terra. Paleoart é a arte de representar esses organismos com base em evidências científicas. O termo paleoartista foi usado pela primeira vez, em 1987, pelo artista americano Mark Hallett, que trabalhou com paleontólogos para criar ilustrações precisas e criativas (CARVALHO, 2020).

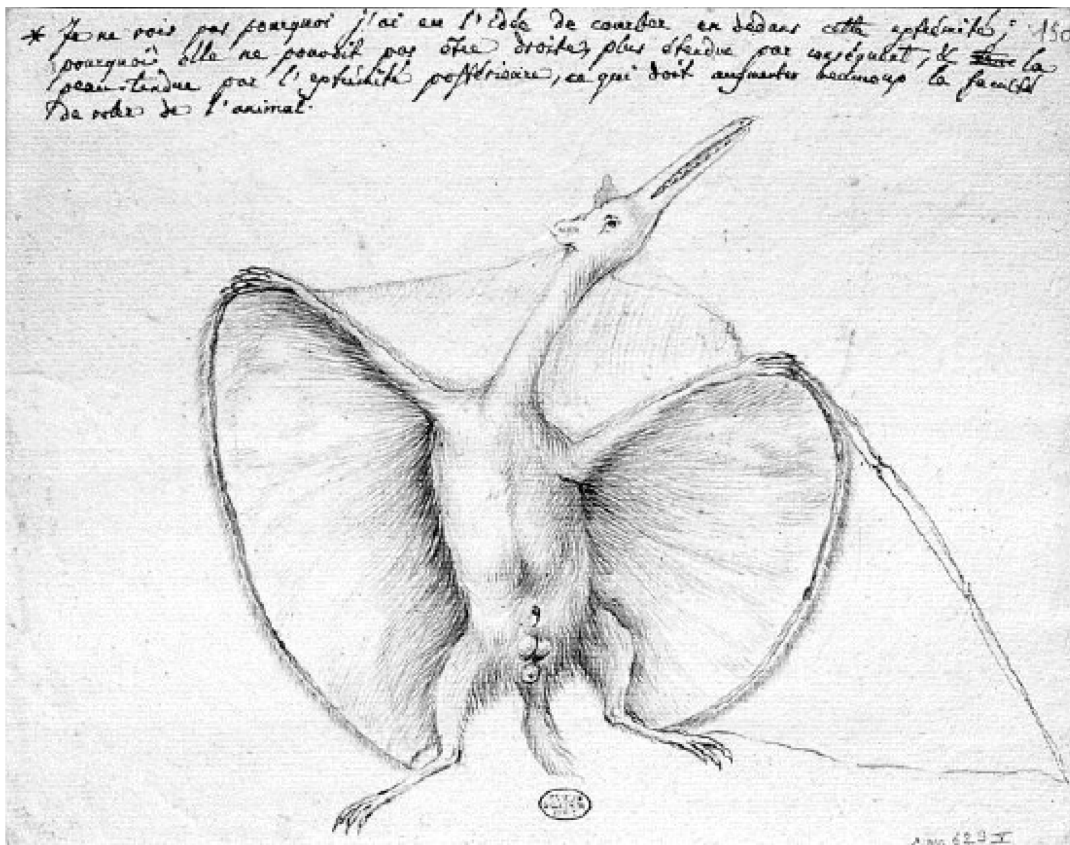
Paleoarte e Paleontologia são áreas interligadas que combinam arte e ciência para representar os seres vivos do passado. Mark Hallett, também colaborou com outros paleontólogos para criar imagens precisas e criativas. Outro termo usado é paleografia, que se refere à arte de reconstruir organismos e ambientes antigos (CARVALHO, 2020).

A ausência de um termo adequado para trabalhos que envolve reconstituição da vida fóssil ou paleoambientes, que envolve um caráter informal, como a paleoreconstituição, paleoreconstrução, paleorestauração ou paleoarte, esses termos são frequentemente utilizados em discordância (GHILARDI; RIBEIRO; ELIAS, 2007). A paleoreconstituição seria como dar existência a algo que não existe, ou seja, trabalho que exige a inclusão nas estruturas corpóreas da espécie estudada não preservadas nos registros fósseis. A paleoreconstrução é melhor empregada para designar “representação e organização estrutural de partes isoladas e articuladas de uma espécie fóssil completo”. Já a paleorestauração é indicada para trabalhos que visam uma recuperação visual de estruturas degradadas por processos preservacionais (FERREIRA, 1999).

A *paleoimagery* se popularizou nos anos 90, com o surgimento de novas tecnologias digitais, o termo *paleoimagery* foi criado por Allen Debus e Diane Debus onde refere a todo tipo de mídias sobre conteúdos pré-históricos e paleontológicos, independentemente de suas finalidades e que não seguem rigor científico como a paleoarte. Com isso Ghilardi *et al.*, (2007) introduzem o conceito "paleodesign" que denomina todas as tentativas de representação externas de qualquer organismo fóssil, o que envolve técnicas, estudos detalhados, dados morfológicos, fisiologia e ecológicos do organismo, sendo a diferença da paleoarte apenas a semântica. "Design" se encaixa melhor para a definição de dar vida a animais extintos, e envolve técnicas e valor científico, ambas com mesma importância (FLUSSER, 2007).

O professor de medicina Jean Herman fez a primeira ilustração de um pterossauro, em 1784 (**Figura 7**). Cosimo Alessandro Collini descreveu o primeiro fóssil, em 1784. Georges Cuvier analisou as obras de ambos e concluiu que se tratava de um réptil voador, chamando-o de “ptero-dáctilo”, em 1809 (MOODY *et al.*, 2010; RUDWICK, 2008). A paleoarte ainda estava ganhando seu lugar na paleontologia. Cuvier, no ano de 1822, trouxe outras espécies de mamíferos de volta à vida, mas suas ilustrações tinham uma forma externa simples. Com o passar dos anos, as ilustrações começaram a sair um pouco do ar científico e ganharam espaço no imaginário dos estudiosos, como a ilustração “o viajante do tempo, na caverna de Kirkdale” se encontrando com hienas pré-históricas, (**Figura 8**) de William Buckland (1784-1856). Outra ilustração “*Duria antiquior*”, de Henry Thomas de la Beche, representa um cenário de espécies (criaturas marinhas) do Jurássico, seu comportamento e habitats (WITTON, 2018).

Figura 7 — Ilustração de um pterossauro, feita pelo professor Jean Herman, em 1784.



Fonte: The Palaeoartist's Handbook: Recreating Prehistoric Animals in Art, p. 24.

O nome “*ptero-dactyles*” que vem do grego “dedo de asa”, pela razão do quarto dedo sustentar a membrana que formava a asa. Nos primeiros vinte anos Cuvier fez diversas ilustrações no século XIX com esqueletos e musculaturas de mamíferos do Paleogénico, e sua famosa obra *Fossil Bones*, onde o mesmo colocou ilustrações cuidadosas dos esqueletos de mamíferos em posições vividas (RUDWICK, 2008). Cuvier no ano de 1822 trouxe outras espécies de mamíferos de volta à vida, mas suas ilustrações eram de forma externas simples, mas deixou de fora as ilustrações internas que mostravam os contornos (ossos) isso talvez por receios as críticas, diferente das

ilustrações fósseis, a paleoarte ainda estava ganhando o seu lugar na paleontologia.

Figura 8 — O viajante do tempo se encontrando com hienas pré-históricas na caverna Kirkdale, (1784-1856).



Fonte: de Conybeare, W. D., 1822, em Rudwick, J.S. M., 2008, *The Geologist's Time Machine* (1825- 1831), in: *Worlds Before Adam: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Reform*.

Benjamin Waterhouse Hawkins foi o primeiro a mostrar a paleoarte ao público, em 1854. Ele fez esculturas de cimento de animais extintos em ilhas e lagos artificiais. Mas seus trabalhos não foram bem aceitos pela comunidade científica, por falta de rigor científico. O artista americano Charles R. Knight é considerado por muitos, um grande paleoartista de todos os tempos. Knight ilustrou a famosa cena de combate chamada "Jumping Laelaps" entre dois *Dryptosaurus* (**Figura 9**) feitos em aquarela, saltando um sobre o outro. Segundo o próprio Knight, esses animais respiravam e viviam em uma atmosfera de luz, cor e sombra igual à dos animais "modernos" (LESCAZE, 2017).

Figura 9 — A famosa cena de combate de Knight: “*Laelaps a saltar*”, de 1897.



Fonte: Witton M. P., 2018, *The Palaeoartist's Handbook: Recreating Prehistoric Animals in Art*, p. 29.

Na era clássica da paleontologia e paleoarte, até a década de sessenta, houve mudanças na forma anatômica e biológica desses répteis. Antes eram vistos como animais ágeis, em seguida deu lugar a répteis lentos e pesados, com caudas arrastando no chão, o que acabou sendo um retrocesso para a paleoarte. Alguns acadêmicos já falavam que pequenos répteis consistiam os ancestrais das aves, como o descoberto em 1859 (*Compsognathus*). Até as pinturas de Knight sofreram alterações, não eram mais aqueles reptéis ágeis. Os membros posteriores eram reconstituídos, como os de lagartos atuais (CZERKAS; OLSON, 1987).

A Renascença dos Dinossauros, que foi de 1970-2010. O interesse da Paleontologia pelos dinossauros, com a reforma da paleobiologia desses animais, trouxe de volta a teoria de que eles eram ágeis e ativos e os desafios de pesquisadores de Yale lançaram contra a Teoria pés de chumbo. Com essa reforma representou o surgimento de sua própria literatura, técnica e segura de detalhe no processo de reconstituição desses animais extintos. O americano Paleontologista John Ostrom, que fez reviver a teoria de que os dinossauros eram parentes das aves, foi descartada por Gerhard Heilmann, em hipótese de não identificar a fúrcula de um Oviraptor recém-descoberto. Ostrom fez uma descoberta de um pequeno fóssil de um terópode, batizando de *Deinonychus antirrhopus* trazendo de volta essa hipótese (CZERKAS; OLSON, 1987).

3.2 ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA NA GEOLOGIA

A Geologia é entendida como a ciência que estuda a Terra e suas formações geológicas em associação, de outros corpos extraterrestres, por meio de métodos ou técnicas diretas e indiretas em diversas escalas, onde ela busca: características físicas, química sendo retratado em forma gasosa, sólida e líquidas, organização de estruturas internas e superficiais, registro da vida e estudos comparados, a evolução histórica de processo que evoluem a formação da Terra ou certa região de estudo (ALMEIDA; ARAUJO; MELLO, 2016).

Nicolau Steno criou a formulação dos princípios básicos da estratigrafia que são estudados nas escolas de geologia. Estratigrafia é uma área da geologia que estuda, e descreve e coloca em classificação em ordem cronológica as camadas das rochas, chamadas de estratos. Esses princípios são: superposição de camadas, horizontalidade original, continuidade lateral. É nessa área que entra a ilustração científica ou ilustração geológica, permitindo identificar a ordem de formação dos estratos, por meio de uma ilustração manual ou feita por *softwares* (TEIXEIRA, 2014).

A geologia consolidou-se como ciência no século XVIII com o estudo de Abraham Gottlob Werner (1749-1817) com a teoria do neptunismo (deus romano do mar). E com James Hutton (1726-1797) com a teoria do plutonismo e o método do uniformitarismo. A teoria do neptunismo explicava a formação de rochas no passado com a ação dos mares, fazendo com que as rochas fossem depositadas em camadas sucessivas, isto quando as águas haviam coberto a terra, essa teoria encontrava suporte no meio religioso devido a sua adaptação ser parecida com o dilúvio de Noé (OLIVEIRA, 2010).

James Hutton, com o plutonismo (deus grego da profundidade plutão) e com suas investigações empíricas sobre rochas magmáticas, que todas as rochas tinham sua origem no magma. Para o autor, a terra de *machina mundi*, é auto renovável, em razão dos ciclos de formação das rochas, os quais produzem novos soerguimentos, aparecendo novos continentes, onde antes eram oceanos (GOULD, 1991).

Em Geologia a explicação de figuras, imagens ou ilustrações geológicas são mais fáceis para o entendimento do que está sendo estudado. Na teoria de Werner, a ilustração geológica era representada pelo nivelamento do mar que vai do 1º nível ao 4º nível. Por intermédio da ilustração é melhor explicado o decaimento das rochas (RIBEIRO, 2002).

No plutonismo de Hutton, a ilustração geológica é usada para explicar discordância (não-conformidade), onde o pacote sedimentar se assenta sobre o contato erosivo direto sobre rochas ígneas ou metamórficas. Na discordância angular, a ilustração mostra sedimentos que se sobrepõe sobre o pacote mais antigo, sendo este com ângulos diferentes inclinados. Por meio da ilustração fica fácil discernir as camadas sobrepostas. A discordância desconformidade mostra o contato entre dois conjuntos de rochas, onde seu acabamento é quase paralelo, separados por um hiato temporal (TEIXEIRA *et al.*, 2009).

O geólogo busca meios ilustrativos para representação de estudos morfológicos. As ilustrações geológicas são quase que obrigatória, pois sem o uso delas fica difícil o discernimento e representações do que está sendo explicado, assim como, as representações morfológicas de sistemas de leque aluvial e seus conceitos (ZANI, 2008).

As ilustrações geológicas também são representadas pelo princípio da sucessão biótica (faunística/florística), onde coloca representação de rochas fossilíferas, em ordem cronológica pelo caráter do conteúdo fóssil, representação e

modelos da crosta terrestre e camadas, identificação de tipos de rochas e modelos ilustrados de estruturas atômicas dos minerais. A ilustração na Geologia engloba várias áreas de estudo, como por exemplo, os ambientes continentais, costeiros e marinhos. Assim, pode-se observar que na Geologia, a ilustração está presente em quase todo o seu conteúdo, com figuras, imagens, esboços, desenhos explicativos em livros, como a ilustração do livro *Principles of geology* de Charles Lyell, que retrata relações espaciais entre corpos e rochas mostrados na figura 10 (LYELL, 2010).

Figura 10 — *Elements of Geology* de Charles Lyell de 1838.

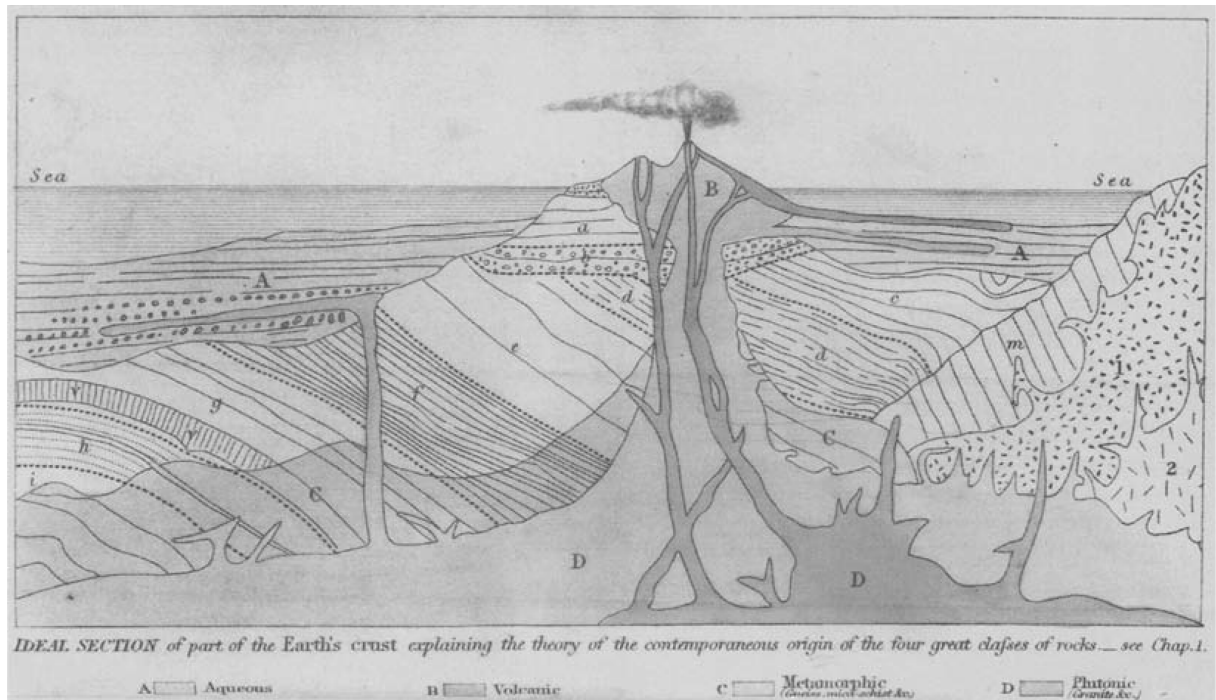


Ilustração a mão da crosta terrestre mostrandos as principais classes de rochas A. aquosa. B.Vulcânica.C.Metamórfica.D.Plutônica. Fonte: *Principles of geology* Lyell (2010).

Charles Lyell no seu livro *Princípios de Geologia*, obteve 14 publicações entre 1830 e 1875, foi um grande geólogo escocês, nasceu no mesmo ano da morte de Hutton. Avançou nos princípios de Geologia, baseado nas ideias de Hutton. Lyell influenciou várias gerações de geólogos, que até mesmo hoje são influenciados por ele. Para Lyell o princípio de Hutton deveria se chamar uniformitarismo que se resume no lema “o presente é a chave para o passado” sendo que os processos geológicos do passado seriam iguais aos processos atuais, em gênero e intensidade. As obras de Charles Lyell são cheias de ilustração com representação de vulcões, relevos, erosões rochas, mapas folhas, sendo as ilustrações geológicas bem representadas bem detalhadas em seus livros (TEIXEIRA *et al.*, 2009).

4 A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO SUPERIOR

A ilustração científica é fundamental para o processo de ensino e aprendizagem, onde a mesma pode ser aplicada em diferentes ramificações da Ciência, desde a formação de docentes, estudantes e em diferentes espaços acadêmicos e escolares, como também a sua ligação entre artes e ciências, contribuindo para o conhecimento e se complementando (MOURA; SILVA; SANTOS, 2016).

A ilustração científica é uma ferramenta utilizada no ensino superior, na Ciência e Biologia, que ajuda na compreensão de conceitos esquemáticos como figuras, desenhos e ilustrações de espécies de outras regiões, mesmo que estes organismos não sejam da mesma região. Auxilia também na observação de estruturas que não podem ser observadas a olho nu (microscópios), chamando a atenção do aluno as imagens ilustradas (JÚNIOR, 2020).

A observação do meio natural (fauna e flora) pode ser representada pelos alunos por meio de estruturas e desenhos, produzindo material didático visual, o que pode possibilitar uma maior assimilação do conhecimento trabalhado pelo professor, durante a sua aula (VARGAS, 2022). As imagens são ferramentas utilizadas em textos científicos acadêmicos, sendo mais bem compreendidas com ilustrações ou diagramas, do que apenas textos (MAYER, 2014).

A ilustração científica também pode ser trabalhada por intermédio de oficinas, cursos e minicursos no ensino superior, voltado para a educação dos alunos e formação continuada de professores, da rede de ensino, já que existem poucos profissionais que possuem uma especialização ou mestrado nesta área, sendo apenas fora do Brasil até o presente momento para obter uma especialização em IC (MOURA *et al.*, 2017).

Ainda no Ensino Superior, a ilustração científica pode ser utilizada para o ensino da conservação ambiental, como na região da caatinga, que é rica em espécies de plantas e animais, mas infelizmente ainda há carência de guias ilustrados da região, sendo a sua maioria em forma fotográfica ou guias de outras regiões. A ilustração de espécies ameaçadas chamaria atenção por sua beleza, quanto maior o número de guias ilustrado da região maior seria o conhecimento do público leigo sobre as espécies nativas e a sensibilização de consciência ambiental voltada para a natureza, ao que incluiria qualquer faixa etária (SILVA, 2015).

A ilustração científica no Ensino de Botânica é usada para combater a “cegueira botânica” que é a neurofisiologia e comportamento moderno, sendo a incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e no nosso cotidiano julgando as mesmas seres inferiores aos animais (WANDERSEE; SCHUSSLER, 2002). O ensino de botânica na Ciência e Biologia é indicado para combater essa cegueira botânica, devido aos desenhos existirem elementos de interesse dos alunos, a partir da realidade em que vivem (MOURA; SILVA, 2015).

De acordo com Santiago (2019), a ilustração científica aplicada no Ensino de Botânica em estudo da área, melhorou a capacidade de percepção e classificação das espécies vegetais, possibilitando o contato direto com o aluno. A aula de campo na botânica estimula o aluno a produzir conhecimento sobre a diversidade vegetal, durante a ilustração científica, do que nas aulas teóricas, mostrando a importância na sua aplicação no Ensino de Ciências e Biologia (JÚNIOR, 2020).

A ilustração científica botânica também é trabalhada em artigos acadêmicos, dissertações, teses, monografias e livros didáticos, para ilustrar espécies de plantas, mas também é trabalhada no ensino básico, por meio de aula de campo, onde o

professor pode visitar escolas agrícolas ou herbários e trabalhar com oficinas de ilustrações científicas. Nesses ambientes os estudantes possuem uma relação com a natureza, ajudando no plantio de hortaliças e desenvolvendo saberes da vegetação local da caatinga (SANTOS; FREIXO, 2020).

Por meio de oficinas de ilustração botânica pode-se usar várias técnicas de ilustração, a exemplo a aquarela, devido ao fato de que ela propõe vantagem na definição cromática do vegetal e de suas partes, como flores e os frutos, enaltecendo a facilidade em reconhecê-la (CARNEIRO, 2012). A ilustração na Geologia pode ser trabalhada de diversas formas, como quadrinhos explicando o ciclo das rochas, a ilustração de rochas e minerais, oficinas, assim, como ilustrações de rios e praias demonstrando transportes e deposição de sedimentos, de formas simples e didática (ALMEIDA; ARAUJO; MELLO, 2016).

A ilustração científica pode ser usada em diversas áreas do ensino, principalmente, nos livros didáticos como, por exemplo, na bioquímica, com figuras de moléculas, células e proteínas encontradas em livros. Na arqueologia é usada na reconstrução de cidades destruídas ou objetos de cerâmicas. No livro *Biologia Vegetal* do Raven, com ilustrações de plantas, folhas, raízes, caules e sementes. No livro *“Princípios Integrados de Zoologia”* de Hickman, contém um riquíssimo número de figuras. E principalmente, usada no Ensino de História do Brasil, com ilustrações do documentarista da corte real, Jean Baptiste Debret, na qual ilustrou diversas obras do Brasil, como a escravidão e o modo de vida do Brasil colonial, personalidade da corte portuguesa e entre outras obras (RESENDE, 2020).

5. MATERIAIS E MÉTODO

A Pesquisa de campo foi realizada em três locais: 1) no Museu da Natureza, localizado em Coronel José Dias, no estado do Piauí, Brasil. Sobre as coordenadas aproximadas de 8°49'48"S e 42°32'20"W, onde uma parte fóssil de carapaça da espécie *Glyptodon* foi fotografada para posterior ilustração. 2) os icnofósseis foram localizados próximo a Lagoa Grande, no entorno da cidade de São João do Piauí, Brasil. Sobre as coordenadas 8°21'50,4"S e 42°16'15,6"W. Foram medidos sua altura e largura com uma régua de 30 cm e tirado foto para produzir a ilustração. 3) O perfil geológico foi identificado no interior de Campo Alegre do Fidalgo na Comunidade Santo Antônio do Pinga, Piauí - Brasil, conhecido como Santuário do Pinga, sobre as coordenadas 8°16'15,6"S e 41°53'20,4"W, foi medido e fotografado para ser ilustrado.

Para o levantamento bibliográfico buscou-se em plataformas de pesquisas em sua base de dados como Google Acadêmico, Scielo, CAPES, artigos, monografias, tese, dissertação, no idioma português e inglês utilizando os seguintes descritores: "ilustração científica na geologia", "ilustração científica na paleontologia". "ilustração científica" para se obter trabalhos que tragam conteúdos sobre a IC, tendo o objetivo de reunir informações para analisar sua origem em contexto histórico, a sua importância em outras áreas da Ciência como Geologia e Paleontologia, e sua utilização no Ensino Superior como aplicação de conceitos e ferramenta para conservação ambiental.

Para a pesquisa bibliográfica de guias ilustrados, foram feitas buscas em sites que disponibilizam acervos grátis para consultas em sua biblioteca virtual, como o WWF BRASIL, ICMBio, PROJETO REFLORESTAR, APASSARINHOLOGA, trabalhos que envolvam obras ilustradas, que trazem no título os termos "guias ilustrados", "guias de campo ilustrados" e "biomas brasileiros ilustrados". Foram selecionados 95 trabalhos para a análise, sendo descartados 81 por terem conteúdos já repetidos sobre espécies e biomas brasileiros e outros escasso de ilustração (desenhos). Foram selecionados 14 trabalhos para a criação do **Quadro 2**, para análise de guias de campo que tragam fotografia, desenhos ou ambos.

Por meio do **Quadro 2** de guias de campo foram selecionadas sete cidades com publicação de guias ilustrados para a criação do mapa (**figura 15**). Baseando-se nos dados do mapa de publicação das cidades da figura 15, foi criado outro mapa com distribuição de espécies por Biomas brasileiros (**figura 16**). Ambos os mapas foram feitos pelo *software* QGIS :Hannover 3.16.12, para o processamento de dados espaciais. Os mapas trazem a proposta de utilizar a ilustração científica para conhecer por meio dela, espécies nativas exóticas do bioma brasileiro, para o conhecimento e conservação ambiental.

Para ilustrar a placa óssea de *Glyptodon* (**Figura 11**) foi feito primeiramente, feito um esboço com lápis, com traços fracos, em papel Canson. Em seguida, utilizou-se a técnica de pontilhismo, com a caneta nanquim nº 0.5, 0.4, 0.3, cobrindo o esboço todo com pequenos pontinhos. Ilustrando *Glyptodon clavipes* (**Figura 12**) foi feito um esboço com lápis, sobre papel Canson. Em seguida, utilizou-se o pontilhismo com nanquim nº 0.5, 0.4, 0.3. cobrindo todo o desenho com pequenos pontinhos. Já a criação de pelos da cabeça, patas e cascos, foram feitas com hachura (rabisco ou traços). Os icnofósseis (**Figura 13**) foi feito direto sem rabisco, sobre o papel Canson, utilizando técnica de pontilhismo com nanquim 0.5, 0.4, 0.3, 0.1. Nas áreas claras dos icnofósseis e da rocha, os pontos foram afastados, dando impressão de claridade, já partes escuras da rocha e dos icnofósseis são pontos agrupados que formam as partes escuras. Ilustrando perfil geológico (**Figura 14**) foi feito direto sem rabisco,

sobre o papel Canson, utilizando técnica de pontilhismo com nanquim 0.5,0.4,0.3,0.1. Apenas as partes escuras abaixo nas rochas foram feitas em hachuras. Logo abaixo no **Quadro 1** será especificando o tipo de materiais que foram usados na produção das ilustrações científicas.

Quadro 1— Materiais que foram utilizados, para a criação das ilustrações.

Materiais utilizados	Criação das ilustrações	Papel utilizado	Nanquim	Técnica
Caneta nanquim nº 0.5, 0.4, 0.3,0.1 Papel Canson A4 180g/m 20f Régua de 30 cm Câmera celular fotografia	Placa óssea (Fig.11)	Papel Canson A4 180g/m 20f	Caneta nanquim: nº 0.5, 0.4, 0.3.	Pontilhismo
	<i>Glyptodon clavipes</i> (Fig.12)	Papel Canson A4 180g/m 20f	Caneta nanquim: nº 0.5, 0.4, 0.3.	Pontilhismo e hachuras
	Iconofósseis: (Fig.13)	Papel Canson A4 180g/m 20f	Caneta nanquim: nº 0.5, 0.4, 0.3. 0.1.	Pontilhismo
	Perfil geológico (Fig.14)	Papel Canson A4 180g/m 20f	Caneta nanquim: nº 0.5, 0.4, 0.3. 0.1.	Pontilhismo

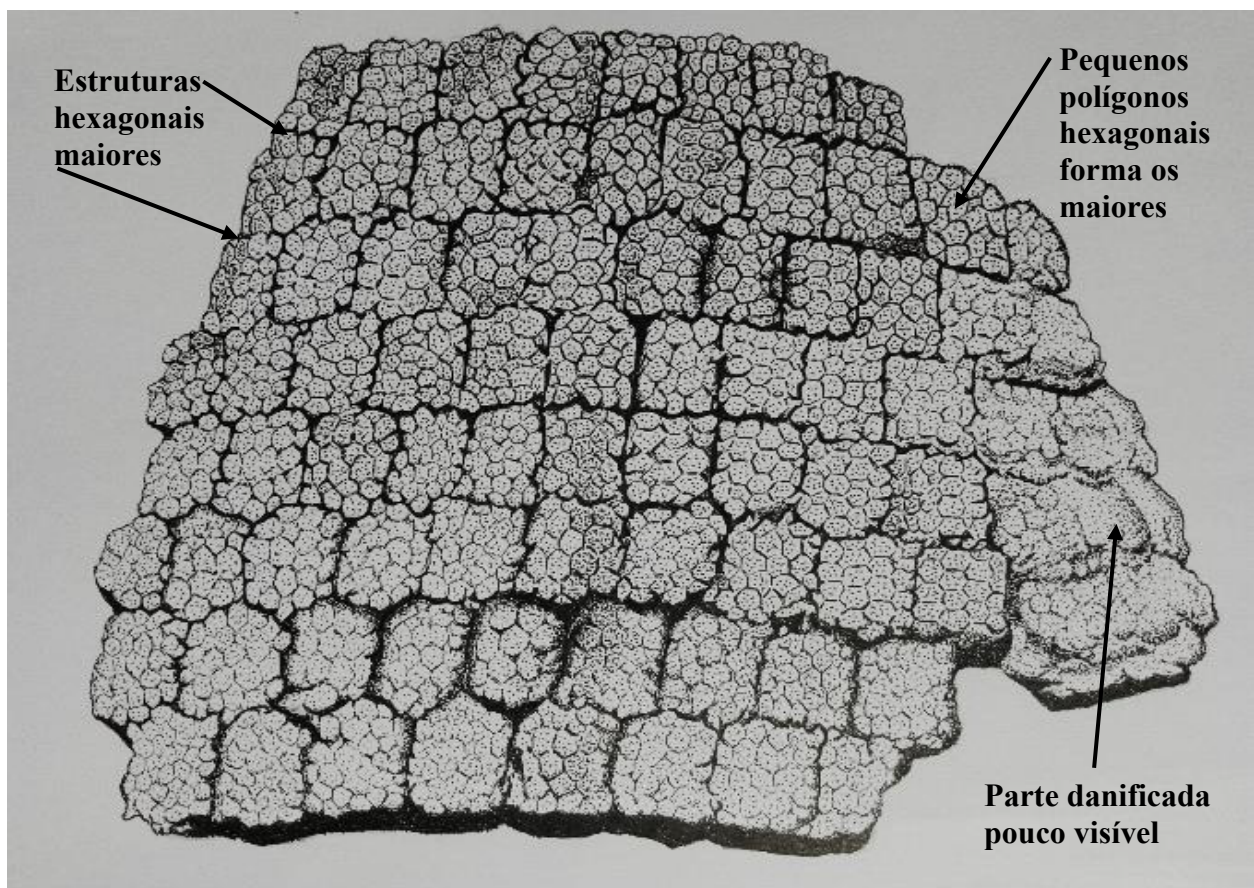
Fonte: Autor (2023).

As ilustrações feitas são relacionadas a Geologia e Paleontologia, pois por meio delas pode-se estudar conceitos relacionados a elas, mostrando que a IC é uma ferramenta eficaz no ensino, fazendo uma melhor assimilação sobre o conteúdo estudado, com isso essas quatro ilustrações: *Glyptodon clavipes*, perfil geológico, iconofósseis, e placa óssea, mostra que a IC está presente em outras áreas de ensino, que por intermédio das ilustrações pode-se conhecer locais e organismos que antes eram desconhecidos pelo público em geral, permitindo conhecer a geodiversidade e a biodiversidade do bioma da caatinga, com registros fósseis e geológicos. O estudo é exploratório e descritivo, de natureza qualitativa. Em termos gerais as pesquisas qualitativas usam técnicas como observação *in loco*, sendo também estudadas por meio de documentos, fazendo análises de seus conteúdos, análise histórica, análise de discursos, dentre outras abordagens teóricas-metodológicas (WEBER; PÉRSIGO, 2017).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ilustrações a seguir são propostas que podem ser utilizadas na prática de ensino trabalhadas em sala de aula pelo professor, apresentando diferentes conceitos que podem ser aplicados no Ensino Superior ou em disciplinas que utilizem o conteúdo. As ilustrações trazem conceitos que abordam características de forma individuais de acordo com a disciplina específicas mostrando riqueza de informações relacionadas a ilustração em si. A ilustração pode reforçar em nível cerebral a memória afetiva, estimulando a reflexão e o despertar dos conhecimentos antes adquirido, sendo agora este conhecimento representado por ilustração (CORREIA, 2012).

Figura 11— Ilustração científica da paleoarte, de uma placa óssea de Glyptodon, encontrada no Museu da Natureza em Coronel José Dias, estado do Piauí, Brasil, feita em nanquim.



Fonte: Autor (2023).

A figura 11 acima foi baseada no modelo que está exposto no Museu da Natureza, localizado em Coronel José Dias, estado do Piauí, na zona rural do município. A foto original da placa óssea não é bem visível, pois em sua maior parte podemos perceber apenas suas estruturas hexagonais maiores e outras partes menores, menos visíveis. Por meio da ilustração podemos perceber, que as estruturas maiores são feitas de pequenas partes hexagonais, o que não é bem-visto pela fotografia. A ilustração capta o que a fotografia não pode mostrar, sendo o desenho, uma estratégia para representação de estruturas (ALVES, 2015).

A partir desta IC (Figura 11) pode-se trabalhar muitos conceitos. Um deles são os osteodermos, que são encontrados em sua maior parte fossilizados e suas formas estruturais. Ainda baseado na figura 11 outro conceito é sobre a ordem Cingulata, sendo reconhecidas pelo corpo coberto de osteodermos, usando a IC como uma metodologia para trabalhar conceitos diferentes.

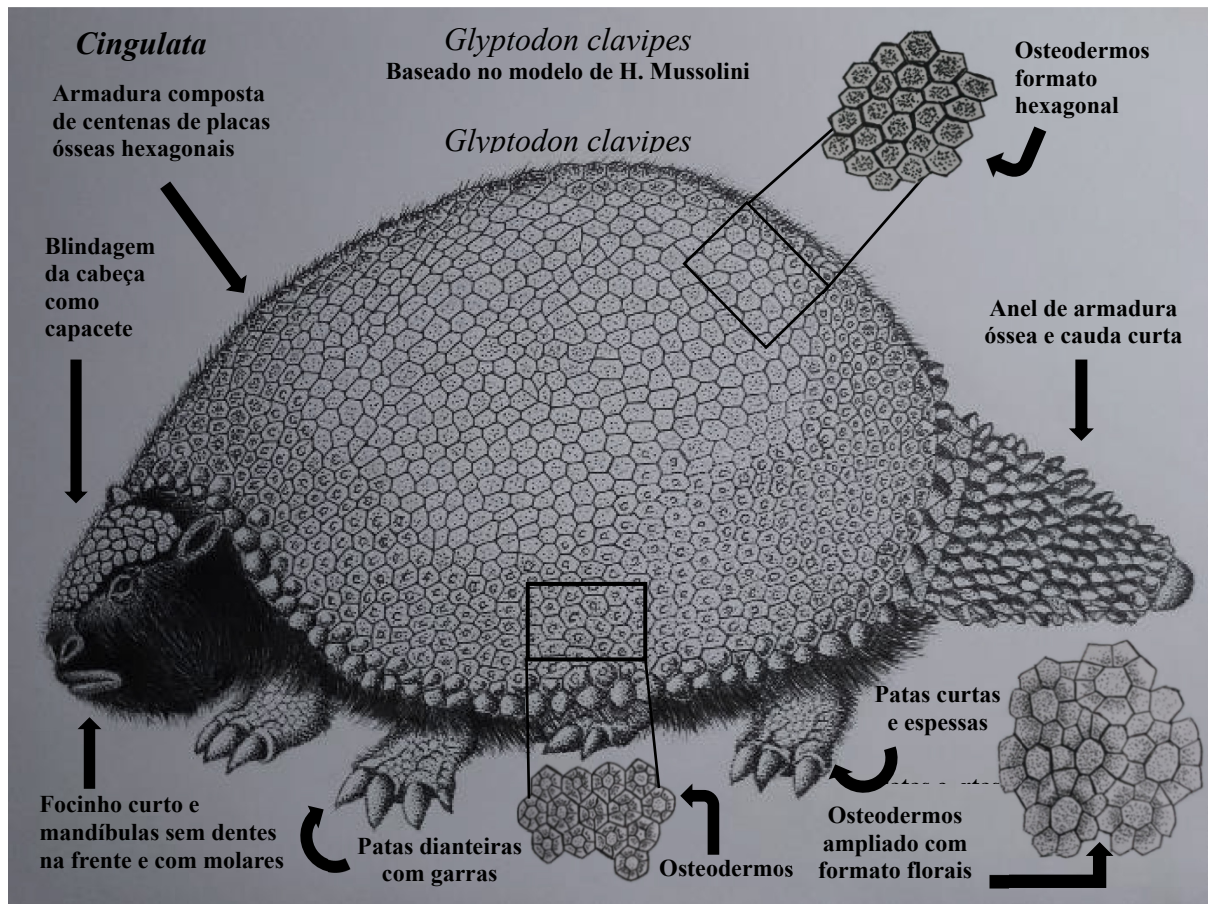
No museu da Natureza encontra-se diversos materiais científicos voltados para a paleontologia e outras áreas da ciência, por meio delas podemos conhecer a geodiversidade local e a biodiversidade. Por intermédio de ilustrações de fósseis pode-se fazer uso das mesmas como divulgação científica no ensino, como a metodologia de “kits” didáticos/confeções e cópias e reconstituição de vertebrados fósseis voltado para o ensino de Biologia e Ciências. Uma alternativa como divulgação de fósseis voltadas para o ensino, segundo Ribeiro *et al.*, (2007), é a confecção de cartazes explicativos e cartilhas com figura do *Glyptodon clavipes* mostrando suas características e uma carapaça fragmentada também explicativa, como mostra a (Figura 11) e a (Figura 12). Outro fator importante é que as ilustrações tem que ter um rigor científico e uma linguagem gráfica de fácil compreensão tornando a comunicação mais eficaz. Não adianta ter ilustrações complexas, que o público e os alunos não compreendam (SALGADO *et al.*, 2016).

Algumas espécies de Gliptodontes possuem diferentes carapaças ósseas chamadas de osteodermos (placas ósseas) com diferenças hexagonais e tetragonal que são encontradas até hoje, algumas em bom estado e outras ruins. Pelo fato dessas placas ósseas terem um alto potencial de fossilização, muitos osteodermos são encontrados degradados e com difícil visualização, todavia com a utilização da ilustração fica mais fácil o discernimento desses elementos (osteodermos), que servem para distinguir uma espécie em relação a outra, por apresentar ornamentação diferente. Além de distinguir os osteodermos, ainda pode ser feito um estudo em cima delas, como a fossilização, e quais processos levaram a isso no decorrer do tempo (OLIVEIRA, 2020).

A ordem Cingulata é reconhecida pelo corpo ser coberto por uma armadura óssea (osteodermos) onde são encontrados com mais abundância nas escavações e registros fósseis na natureza. As características anatômicas das osteodermos são fundamentais para estudos anatômicos e evolutivos da espécie, como informações sobre tecidos moles que não foram preservados, a histologia tem sido usada muito em estudos fósseis, por ser uma das ferramentas mais usadas nessas últimas décadas para estudar essas estruturas (REISZ; SUES, 2015).

Os osteodermos também tem suas diferenças, inclusive algumas com ornamentações e características diferentes em sua superfície como a presença de protuberância. Outras são arredondadas com seu formato de roseta, outras com um aspecto diferente sendo liso ou mesmo escavado por perfurações. A carapaça pertence a espécie *Glyptodonte* segundo a direção do Museu da Natureza, localizado em Coronel José Dias. As principais características de osteodermos em cingulada incluem uma estrutura geral "diploe-like" que consiste em áreas de osso trabecular impressadas entre osso compacto superficial e profundo (OLIVEIRA, 2020).

Figura 12 — Representação paleoartística de um *Glyptodon clavipes* baseada no modelo presente no Museu da Natureza, no município de Coronel José Dias, no estado do Piauí, Brasil.



Fonte: Autor (2023).

Por meio da IC acima, (Figura12) pode-se entender conceitos voltados para o ensino como o da extinção dos gliptodontes que foram extintos graças à caça realizada pela ação humana e mudanças climáticas. Também pode-se entender suas diferenças taxonômicas como as diferentes espécies encontradas na América do Sul e América do Norte e seus respectivos nomes. Assim como, explicar características das ordens que os constituem os gliptodontes, pampatérios (extintos) e tatus atuais (OLIVEIRA, 2020).

Os organismos fósseis muitas vezes são complexos para a compreensão do público em geral. Para isso é preciso que eles tenham uma linguagem acessível para a melhor compreensão por meio da Ilustração científica. No ensino não seria diferente, principalmente, em sala de aula, por meio de ilustrações, construções e recursos didáticos, que busque uma aproximação direta com os alunos, considerando as informações que eles têm sobre os fósseis e com isso levar novos conhecimentos aos alunos (MORO; HOHEMBERGER; PANIZ, 2021).

A ilustração científica é uma ferramenta importante no processo de ensino-aprendizagem da educação e na construção de conhecimento do indivíduo, pois além de aprender por meio de imagens, elas podem ser um meio atrativo de aprendizagem o que desperta a curiosidade, criatividade e interesse investigativo, desenvolvendo também habilidades do aluno. Trabalhando a ilustração científica com a geodiversidade local, com ilustrações de fósseis, principalmente local, ajuda na

divulgação e no conhecimento para a preservação de patrimônios paleontológicos (MORO; HOHEMBERGER; PANIZ, 2021).

Segundo Souza e Gouveia (2006), as oficinas vêm se mostrando totalmente eficientes, fazendo que os alunos produzam seu próprio material, tornando-a significativa. É através de oficinas que os alunos aprendem sobre ilustrações de fósseis principalmente, voltadas para a paleontologia. Unindo a metodologia das oficinas com a paleoarte tem um imenso potencial no ensino-aprendizagem. Pereira e Barros (2020) enfatiza que a oficina pedagógica de paleoarte com alunos tiveram conhecimentos mais aprofundados sobre espécies fósseis, contribuindo para divulgação científica e conservação de patrimônio fóssil.

A paleorestauração é uma forma de criar espécies já extintas na Paleontologia, onde são inseridas estruturas corpóreas em espécies estudadas que não foram preservadas, ou seja, é indicada trabalhar a recuperação visual de estruturas degradadas por processos de preservação. Com isso, a ilustração acima (Figura 12) mostra que a paleoreconstituição representa o ser vivo de uma forma reconstituída por meio de restos de fósseis, sendo a ilustração a representação desse modelo (FERREIRA, 1999). Grandes partes desses fósseis encontrados são inelegíveis, sendo difícil a compreensão e visualização para um público leigo. Com a paleoreconstituição, pode-se entender como era esses organismos, quando estavam vivos há milhares de anos atrás (MARTINE; BRANCO, 2017).

A palavra *Glyptodon* vem do grego que significa dente sulcado ou esculpido. A ilustração em nanquim do *Glyptodon clavipes* pode ser utilizada em sala de aula principalmente, no ensino de Paleontologia, pode ser estudadas suas formas anatômicas detalhando cada uma delas, como o diâmetro das patas traseiras e dianteiras, mostrando sua armadura anelar na cauda. Os Gliptodontes originaram-se na América do Sul com cerca de 37 milhões de anos e migraram para a América do Norte através do Istmo do Panamá no Mioceno.

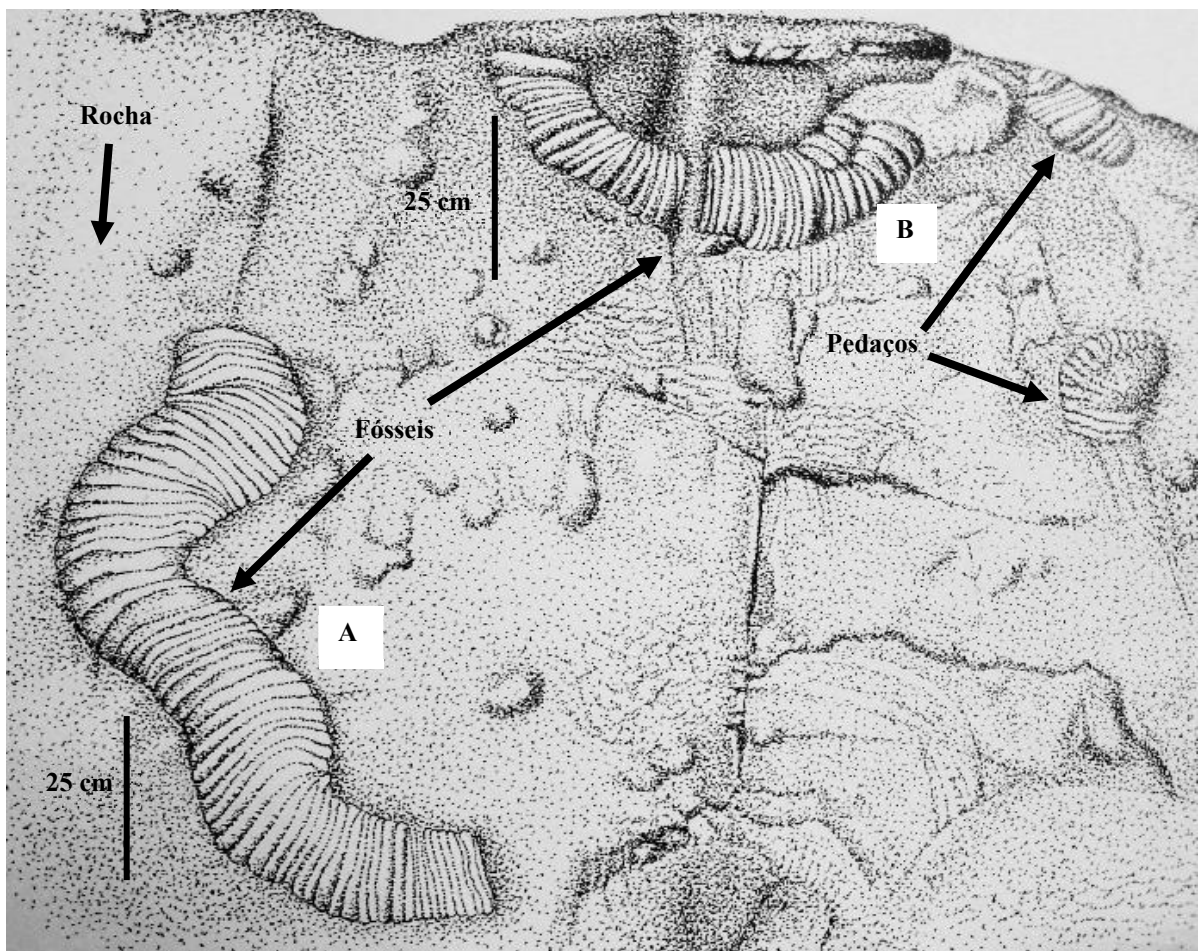
Também de acordo com Zurita *et al.*, (2018) ressaltaram que os primeiros vestígios de *Glyptodon* na América do Sul são de 1,07 Ma. Os Gliptodontes foram extintos no final do Pleistoceno há 10 mil anos atrás. Devido esses animais não serem caçadores e comer quase de tudo como plantas carniças e insetos, foram extintos pela raça humana e pela mudança climática, isso por provas científicas de humanos enterrados em seus cascos que serviam de abrigos respectivamente. Seu tamanho (*G. clavipes*) era de 3,5 largura e 1,5 de altura e peso entre 1000 kg e 2000 kg (RIBEIRO *et al.*, 2007).

Existem muitas espécies de *Glyptodon* o que acaba gerando dúvidas, devido terem existido espécies muito parecidas. Outro benefício que podemos utilizar no ensino em sala de aula é aprender sobre suas diferenças taxonômicas como *G. munizi* do Pleistoceno Tardio, descoberto na Argentina. *Glyptodon clavipes* do Pleistoceno Superior encontrados na região nordeste, norte e sudeste do Brasil. *Glyptodon reticulatus* no final do Pleistoceno encontrado somente no Sul do país no Brasil (DANTAS *et al.*, 2013). Já na América do Norte são catalogados em *Glyptotherium* incluindo duas cronoespécies: *Glyptodon cilíndrico* e *Glyptodon texanum* (ZURITA *et al.*, 2018).

A ordem Xenarthra é constituída de dois grandes grupos de mamíferos placentários: Pilosa, que é constituída por tamanduás e preguiças, e o grupo Cingulata, constituído por gliptodontes, pampatérios e dasypodidae, sendo um total de 31 espécies que são distribuídas em 14 gêneros e dos fósseis que até o momento se tem registro de 150 espécies para os dois clados (FARIÑA *et al.*, 2013).

A ordem Cingulata constitui a família Glyptodontidae (gliptodontes) com a presença de carapaça imóvel de osteodermos, caixa caudal feito de um mosaico de anéis ósseos, dentição trilobada, vértebras fundidas, ossos curtos e maciços, o que distingue dos outros cingulados. Também sua carapaça era rígida e não era flexível igual aos dos pampatérios e dasypodidae (OLIVEIRA, 2020). Ainda na ordem Cingulata chamada pampatérios (registros no Mioceno e Pleistoceno) parentes próximos dos dasypodidae, com aspectos semelhantes com carapaça um pouco flexível, era menor que os gliptodontes (ARAÚJO, 2017). Pampatérios e Gliptodontes são formados apenas por fósseis, sendo um total de 100 gêneros descritos formalmente (McKENNA & BELL, 1997). Dasypodidae incluem espécies vivas atualmente como por exemplo o tatu-galinha, tatu-canastra, tatupeba, tatu-bola, tatu-mirim.

Figura 13 — Icnofósseis (A) e (B), incrustados sobre a rocha arenítica.



Fonte: Autor (2023).

Aqui, podemos discutir por meio da ilustração científica acima (figura 13), três conceitos atrelados a ela, sendo o primeiro a fossilização: como restos e vestígios, a permineralização, a recristalização e a incrustação. A incrustação são substâncias transportadas pela água que se cristalizam e revestem a estrutura preservando a parte dura. A permineralização ocorre quando um mineral enche cavidades porosas como exemplos os ossos e troncos de árvores. A recristalização modifica a estrutura cristalina do mineral original, transformando aragonita e calcita das conchas de moluscos (CARVALHO, 2010).

Por meio da figura 13 acima pode-se entender também seu processo de fossilização como a incrustação compreendendo processos que levaram à fossilização. Segundo conceito é a Paleoicnologia que estuda os icnofósseis que na maioria são escavações, restos e vestígios, como é mostrado na figura acima dos dois icnofósseis. Terceiro a bioturbações que são pistas, tocas, túneis, e escavações no sedimento indicando estruturas de origem biológicas que movimentaram o solo e sedimento. Todos os conceitos apresentados são apenas propostas para o ensino baseando-se na ilustração científica acima figura 13 (CARVALHO, 2010).

A formação rochosa acima da figura 13 é Arenito, folhelho e siltitos da Formação Pimenteiras (Grupo Canindé) da Bacia Sedimentar do Parnaíba, cujo período é o Devoniano - entre 350 e 380 milhões de anos atrás (GOÉS; FEIJÓ, 1994). Nem sempre organismos são fossilizados, para que isso ocorra é preciso que vários fatores aconteçam, como o soterramento rápido e ausência de bactérias. Na maior parte não ocorre a fossilização quando um organismo morre, suas partes moles entram em decomposição por meio de bactérias decompositoras, e as partes duras ficam sob as condições do ambiente causando sua destruição (CARVALHO, 2010).

Os fósseis encontrados em rochas e em outros ambientes de fossilização servem para que conheçamos suas características locais e como se formaram, servindo de fato para estudos tanto das rochas como no fóssil incrustado nela. É na Geologia que os fósseis são utilizados para datação e sequências sedimentares. Nas últimas décadas a Paleontologia vem crescendo muito em números de achados fósseis em todos os estados brasileiros, com diversidade de idade e preservação em sedimentos e bacias (SILVA, 2019).

Utilizando metodologias no ensino de Paleontologia que podem levar o conhecimento fóssil para alunos, por meio de oficinas ou minicursos, usando a ilustração científica como um meio de divulgação e conhecimento, as oficinas possibilitam um espaço fértil para discussão, avaliação e reflexão. Como há escassez de materiais didáticos a utilização de cartilhas cartazes, banners ilustrados como icnofósseis e rochas facilitaria essa comunicação (SILVA, 2019).

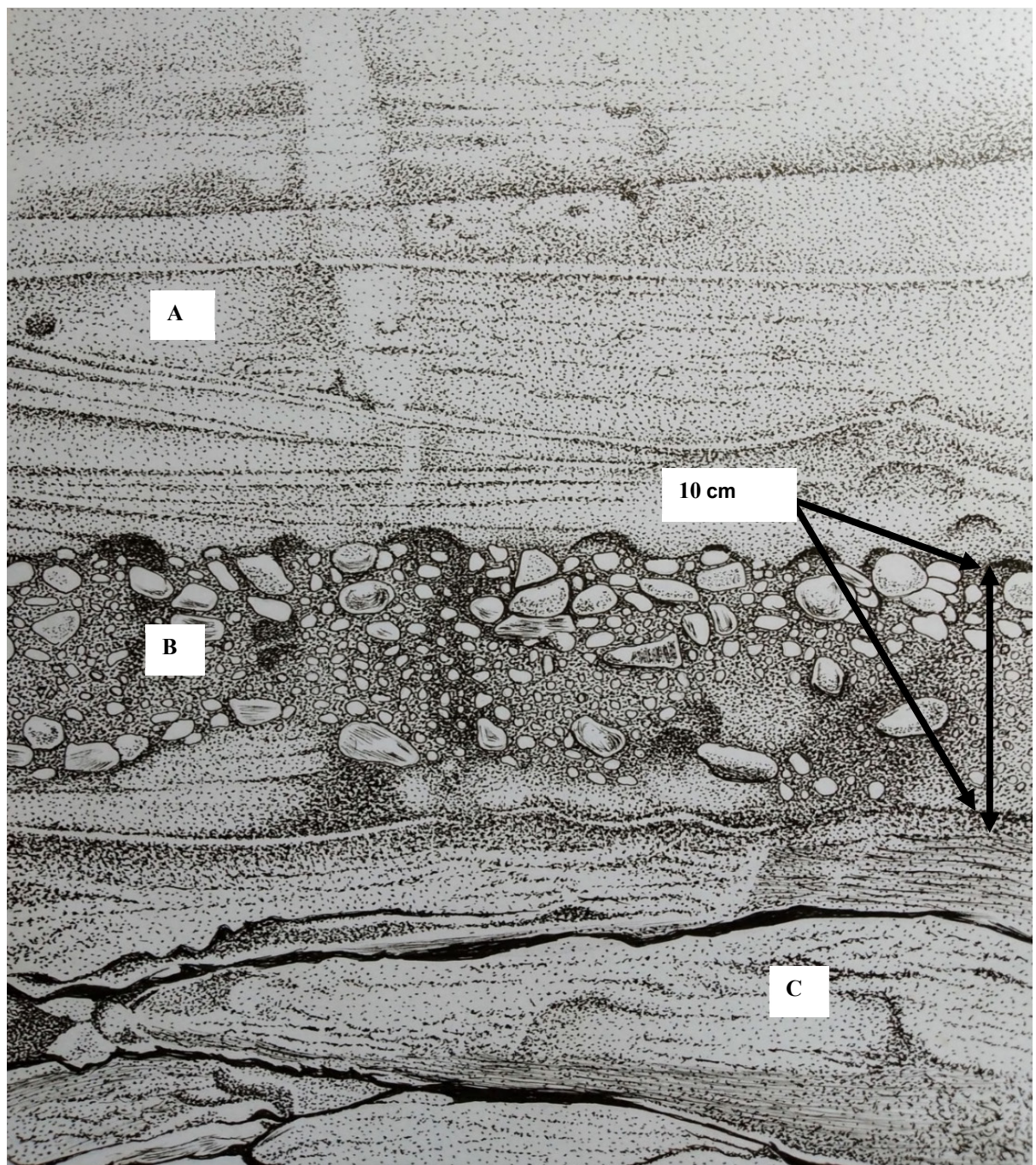
A ilustração científica dos icnofósseis acima ajuda a compreender também suas partes anelares como também podem ser vistas pedaços que foram separados de sua estrutura corpórea além do período Devoniano da rocha para compreensão de tempo geológico, facilitando a aprendizagem no ensino (GOÉS; FEIJÓ, 1994).

Tipos de fossilização: restos e vestígios. Os restos são quando alguma parte de um organismo ficou preservada, como os ossos, dentes e conchas, partes duras, tendo maior chance de fossilizar. Já os vestígios são apenas evidências de organismos de forma indireta de suas atividades deixadas.

A Paleoicnologia estuda os denominados icnofósseis, que são em sua maior parte pegadas, perfurações, marcas de repouso, escavações, ou seja, comportamentos deixados pelos organismos quando estavam vivos. As pistas frequentes deixadas por invertebrados são tubos e sulcos produzido pelos seus movimentos e também pegadas deixadas por invertebrados. Os invertebrados acima na ilustração estão preservados *in situ* apresentando alta resolução espacial. Os icnofósseis tem vantagem sobre os fósseis corporais, isso por que já ocorrem em locais *in situ* e por se apresentarem em determinados tipos de rochas como o siltitos e arenitos, mantém um aumento de sua visibilidade, como mostra a figura 13 acima (CARVALHO, 2010).

Bioturbações: diversos organismos, tanto marinhos e continentais deixam uma variedade de pistas sendo escavações de túneis nos sedimentos, podendo ser descanso, habitação, alimentação, resultando até mesmo em destruição da estrutura sedimentar. Os anelídeos, moluscos, e artrópodes são os que mais deixam pistas em sedimentos. As bioerosões são perfurações e orifícios causada por organismo roedores e perfuradores. Coprólitos são excrementos fossilizados de animais extintos (BUCK, 2016).

Figura 14 — (A) Arenito com a estratificação cruzada; (B) Arenito conglomerado; (C) Arenito com estratificação horizontal. Localizando na Comunidade Olho D'água do Pinga, interior do município Campo Alegre do Fidalgo, Piauí, Brasil. Ilustração pontilhismo em nanquim.



Fonte: Autor (2023).

Na prática, a ilustração acima das três feições geológicas na Figura 14 possibilita a discussão dos conceitos que podem ser trabalhados no ensino, como o conceito de geodiversidade que pode ser analisado como aspecto geomorfológico, estudando suas formas e relevos e seus processos físicos. Outra forma de estudarmos conceitos baseando-se na ilustração é sobre o tempo geológico que corresponde o tempo da formação da terra até dias atuais. A ilustração na figura 14 apresenta três feições geológicas que podem ser utilizadas para compreensão do seu período de formação (Devoniano) e ano. (entre 350 e 380 milhões). Ainda outro conceito estudado a partir da ilustração acima é os sedimentos, através de processos físicos, químicos e biológicos ao longo do tempo (SILVA; CRISPIM, 2015).

Por meio da ilustração da Figura 14 pode-se estudar suas formações rochosas e classificá-las em arenito e arenito conglomerado, e entender o ciclo das rochas bem como essas rochas foram formadas no processo de sedimentação. Esses temas podem ser organizados através de oficinas com alunos ou professores para a compreensão do tempo geológico, pois de acordo com Gee (1999), o tempo geológico pode se tornar algo muito complexo para compreensão humana, por isso a importância de ilustrações para uma melhor assimilação.

Arenito, folhetos e siltitos da Formação Pimenteiras (Grupo Canindé) da Bacia Sedimentar do Parnaíba, do Período Devoniano, entre 350 e 380 milhões de anos atrás (GOÉS; FEIJÓ 1994). Na Figura 8 acima tem-se três feições: a feição arenito em sua composição é constituída por partículas de quartzo, feldspatos como também a mica, também a sua cor está relacionada ao tipo de cimentação que recebe. Os conglomerados são formados por seixos arredondados > 2 mm de outras rochas e de minerais, que são ligados por cimentação, ligando os grãos e diminuindo a porosidade (PRESS *et al.*, 2006).

Com a carências de recursos didáticos em temas geológicos, busca-se maneiras de utilizar metodologias voltadas para a elaboração de materiais didáticos através de oficinas, trabalhando com o tempo geológico e os tipos de rochas. Segundo Ausubel (1968), o que o aluno traz consigo é o conhecimento prévio, podendo ser ensinado de forma consequente, ou seja, conceitos, ideias e preposições. Ainda trabalhando na geologia, podem ser trabalhadas com mapas conceituais e explicação de muitos temas, como o ciclo das rochas das águas e sedimentação (ALMEIDA; ARAUJO; MELLO, 2016).

Uma alternativa que enriqueceria o ensino de geologia baseado em imagens ou ilustração seria a proposta de construção de guias didáticos ou guias de campo feito com rochas coletadas principalmente da nossa região de São João do Piauí do seu entorno mostrando a geodiversidade local com diferentes tipos de rochas, e sua classificação sendo o guia didático rico em ilustrações coloridas propondo uma proximidade com os alunos com o conhecimento local (ALMEIDA; ARAUJO; MELLO, 2016).

A geodiversidade é o conjunto de diversidade de aspectos geológicos como rochas, fósseis e minerais. Também é de aspecto geomorfológicos como paisagem, montanhas, formas de relevo, topografia e seus processos físicos. Além de materiais, estruturas, solo, rocha e água (BRILHA *et al.*, 2018). A geodiversidade pode ser estudada na diferenciação de escala, como a escala global que é usada para lidar com a história da terra e placas tectônicas, e a escala local voltadas aos processos minerais (PEREIRA; PEREIRA; BRILHA, 2019).

O Tempo Geológico corresponde ao tempo transcorrido desde a formação da terra 4,6 bi até os dias atuais. Compreende-se o tempo geológico através de uma tabela cronológica chamada de cronoestratigráfica contendo escala de tempo e

processo geológicos, que são divididas em: Éon Hadeano, Arqueano, Proterozoico, Fanerozoico, Era: Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico, Período, Época em que cada intervalo de tempo corresponde a determinadas rochas e fósseis (JUNIOR., 2021).

Os sedimentos são resto fragmentados de rochas que sofreram alterações física, química ou biológica ao longo do tempo. Os sedimentos passam por processos até se transformarem em rochas sedimentares, e os sedimentos são levados até as bacias sedimentares. Os processos sedimentares são: intemperismo; erosão; transporte; deposição; soterramento e diagênese (SILVA; CRISPIM, 2015).

Guias de campo: Os guias de campo são livros ilustradas com figuras ou fotografias que descrevem espécies de animais e vegetais de locais e regiões específicas. Eles existem nas mais diversas formas e extensões: continentes, países, regiões, biomas, estados, cidades. Guias ilustrados são livros que fornecem informações sobre um determinado tema, flora, fauna, local, etc. Eles são semelhantes aos guias de campo, pois ambos ajudam a identificar a imagem que está à sua frente naquele momento. No Brasil há uma grande carência de guias de campo ou guias ilustrados, que são obras importantes para conscientização de conservação ambiental. De acordo com Silva (2015), há uma pequena produção desses guias e quando são produzidos são apenas fotos inseridas em seu contexto, mas não são ilustrações(desenhos), apesar de trazer no título “guias ilustrados”, muitos guias são apenas fotografias.

A produção de guias de campo no Brasil ainda é algo que não supera outros países em relação a produção de guias ilustrados, apesar da nossa rica biodiversidade. Segundo Silva (2015) o Brasil ainda está engatinhando na produção desses guias, muitos ainda são de difícil acesso e quando são produzidos são de áreas particulares ou fazendas, sítios, e apenas fotográficos. O quadro abaixo reúne guias ilustrados que são chamados também de guias de campo, que mostram a comparação entre os que trazem desenhos e outros que trazem apenas fotografias.

Quadro 2 — Guias ilustrados, guias de campo, e publicações que trazem fotos e ilustrações.

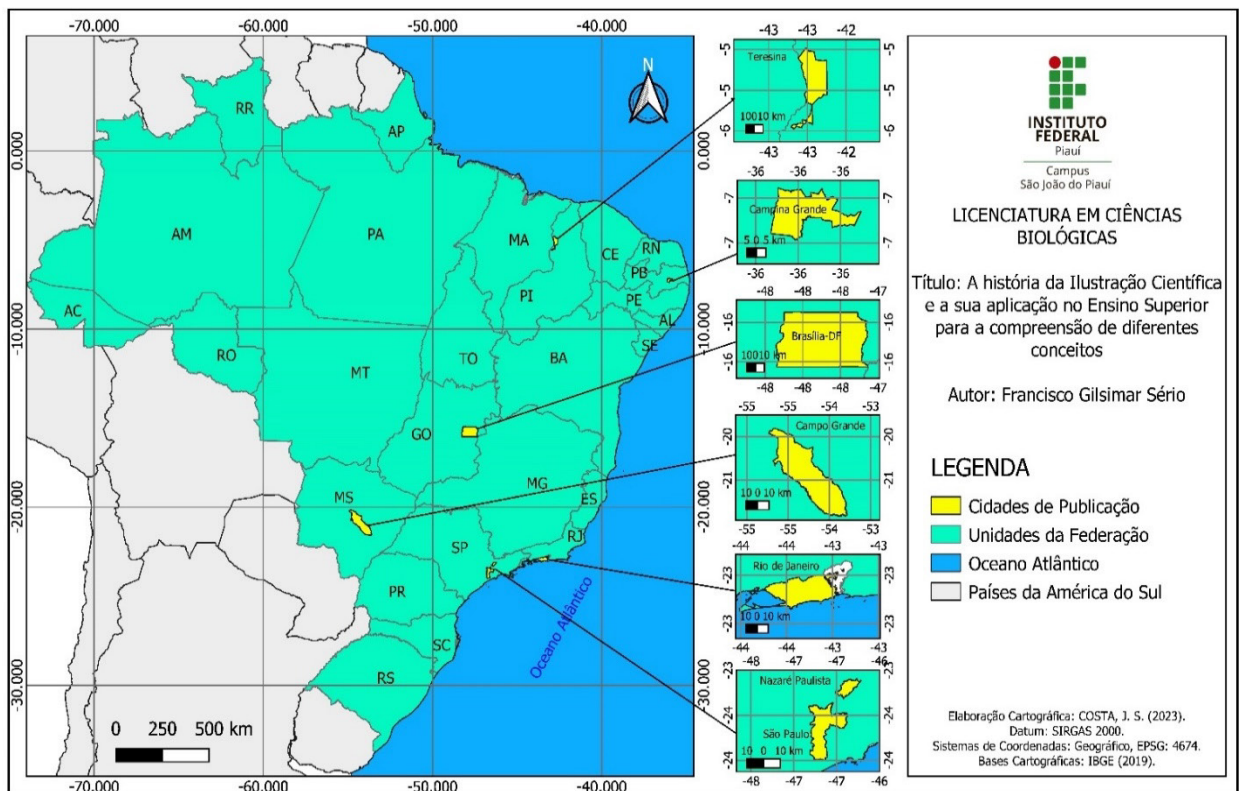
	Título/ Autor/ Ano	Fotos	Ilustração	Publicação	Nº Pág.
1	A Field Guide to The Birds of Brazil Perlo, (2009)	Ausente	Desenhos	Oxford University Press, USA	1682
2	Guia de Campo: vegetação do cerrado 500 espécies. Medeiros, (2011)	Fotos	Ausente	MMA/SBF Brasília	534
3	Guia de Plantas do Cerrado Para Recomposição da Vegetação Nativa. Ribeiro <i>et al.</i> , (2023)	Fotos e ilustrações. Possui mais fotos que desenhos	Ilustrações coloridas	Revista e ampliada. Brasília, DF	880
4	Peixes Estuarinos Marinhos do Nordeste Brasileiro. Araújo; Teixeira; Oliveira, (2004)	Ausente	Desenhos em preto e branco	Universidade Federal do Ceará. UFC.	260
5	Guia ilustrado dos Cervídeos Brasileiros. Azevedo; Oliveira; Duarte, (2021)	Ausente	Desenhos Pranchas	Sociedade Brasileira de Mastozoologia. Rio de Janeiro	47
6	Guia ilustrado dos Anfíbios & Répteis de Barras, Piauí. Benício; Ávila; Fonseca, (2021)	Fotos	Ausente	EDUFPI Teresina, Piauí	112
7	Guia ilustrados dos peixes do Pantanal e entorno. Junior; Rech, (2022)	Fotos	Ausente	IMASUL Campo Grande, MS	667
8	Cactos do Semiárido do Brasil: Guia Ilustrado. Cavalcante; Teles; Machado, (2013)	Fotos	Ausente	INSA Campina Grande- PB	102
9	Guia de aves do Parque Nacional da Serra do Divisor. Plácido, (2022)	Ausente	Ilustrações coloridas	IPÊ-Instituto de Pesquisas Ecológicas. Nazaré Paulista, SP.	52
10	Guia de aves Mata Atlântica Paulista. Simões, (2010)	Fotos	Ausente	WWF Brasil. São Paulo	132
11	Guia ilustrado de identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil. Miranda, (2019)	Ausente	Ilustrações coloridas	ICMBio/CMA Brasília, DF	70
12	Flora brasiliensis. Martius; <i>et al.</i> (1840-1906)	Ausente	Ilustrações	Jardim Botânico de Missouri	10.367
13	Álbum de Aves Amazônicas. Goeldi, (1981)	Ausente	Ilustrações coloridas	Editora Universidade de Brasília	258
14	Comportamento de Peixes-bois-Guia Ilustrado Attademo <i>et al.</i> , (2020)	Ausente	Ilustrações coloridas	ICMBio Brasília, DF	47

Fonte: Autor (2023).

Ao analisar o Quadro 2 acima, pode-se constatar, que dentre os 14 guias ilustrados, os que contem desenhos, são os que predominam, sobre os guias ilustrados com fotografias, sendo um total de nove, com uma média de páginas entre 47 e 1682. A Flora Brasiliensis se encontra de forma digitalizada, reunida em 15 volumes e divididos em 40 partes com 10.367 páginas, rica em ilustrações (desenhos) assim os guias ilustrados com desenhos do Quadro 2 tem maior número de páginas. Os guias que apresentaram fotografias são apenas seis e apresenta um número de página entre 102 a 880 páginas. Pode-se ver que a cidade de Brasília é a que mais tem publicações de guias ilustrados, apesar de ser difícil encontrar esses guias de campos principalmente, relacionados às ilustrações (desenhos).

Ainda seguindo o Quadro 2 de guias ilustrados, por meio dele foi criado o mapa abaixo, (Figura 15) mostrando algumas cidades do Brasil, que tiveram publicações de guias ilustrados/guides de campo, com isso foram selecionadas algumas cidades, sendo um total de sete, para a confecção de um mapa de biomas brasileiros, com espécies nativas exóticas, com objetivo de divulgar diferentes espécies de biomas do Brasil, utilizando a ilustração científica como uma forma de divulgação e conservação ambiental.

Figura 15 — Mapa com localização geográfica das cidades de publicações dos guias ilustrados.



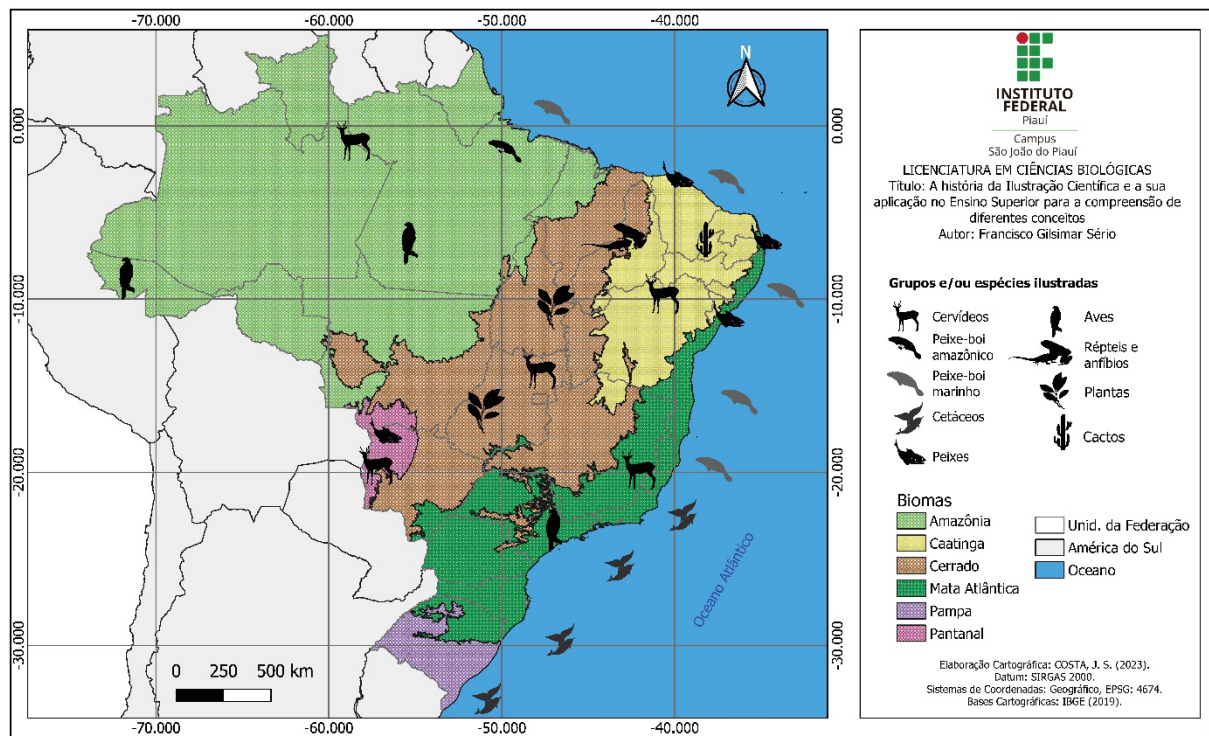
Fonte: Autor (2023).

No Brasil, temos uma biodiversidade rica, mas não temos muita produção de obras que contenham ilustrações científicas (desenhos) sobre nossa fauna e flora. A produção de obras ilustradas principalmente, da caatinga na região nordeste do Brasil, ainda é pouco conhecida e não muito divulgada, como outros biomas brasileiros, isso devido a região não ser valorizada e não ter centros de ilustrações científicas e uma massa consideráveis de ilustradores como em outros estados como no Sul do Brasil.

No Centro Oeste brasileiros tem-se a (AICCOB), que segundo Silva (2015), essa associação tem como objetivo fortalecer e divulgar a ilustração científica do Centro Oeste, principalmente, o Cerrado. Na região Sul do Brasil, Centro-Oeste, Norte e Sudoeste tem centros de ilustrações científicas e ilustradores autônomos. Devido a isso, a propagação da biodiversidade dessas regiões é muito divulgada (LOPES; CASTIÑEIRA; SILVA, 2016). A explicação para o sul do país ter centros de ilustrações científicas e de autônomos, foi graças a extinta Fundação Botânica Margaret Mee, que formou muitas pessoas em ilustradores botânicos, propagando o conhecimento, formando novas gerações de ilustradores.

Apesar que os guias de campo vêm crescendo cada vez mais nas suas confecções, porém muitos ainda são apenas fotografias e alguns trazem problemas inerentes a fotografia. A formação de uma massa crítica de bons ilustradores pode corrigir essas distorções de obras, que trazem muitas vezes em livros, flora que são, na maior parte, de outras regiões fora do Brasil, ficando ausente a vegetação da nossa caatinga e outros biomas brasileiros.

Figura 16 — Mapa de distribuição dos grupos e/ou espécies ilustrados nos guias, por Bioma.



Fonte: Autor (2023).

Por meio do levantamento de guias ilustrados publicados das sete cidades brasileiras foi elaborado o mapa acima (Figura 16) de espécies nativas exóticas. O Bioma com maior destaque com diversidade de espécies é o da Amazônia, trazendo espécies de aves, cervídeos e o peixe-boi-da-amazônia (ameaçada de extinção). A espécie espalhada na maioria dos biomas é o cervídeo, apenas no Bioma Pampas, a espécie está ausente. O mapa também é uma ilustração científica, por intermédio do mesmo podemos utilizá-lo para identificar espécies por meio de ícones e de legenda dos biomas brasileiros. Além dos cetáceos espalhados em toda costa do Brasil, o peixe-boi-marinho é uma espécie ameaçada de extinção ocorrendo do Amapá até o sudeste do Brasil, no Espírito Santo (ATTADEMO *et al.*, 2020).

4 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo geral analisar a importância e o uso da ilustração científica, em diferentes áreas do campo científico elaborando propostas para o ensino superior. Com base na pesquisa encontrada no desenvolvimento do trabalho, pode-se indicar que os objetivos que foram propostos foram alcançados, o presente estudo foi almejado na revisão histórica da ilustração científica; na importância no ensino de Geologia e Paleontologia; nas propostas de utilização de IC no ensino; e no levantamento de guias ilustrados e seu mapeamento no Brasil como ferramenta para conservação ambiental.

Dentre os principais resultados destacam que a ilustração científica no seu contexto histórico, traz várias informações com trabalhos relacionados a IC mostrando sua relevância e importância, para adquirir conhecimento sobre a mesma. A compreensão da sua origem por meio de uma ordem cronológica facilita o entendimento sobre sua evolução ao longo do tempo, a sua revisão cronológica ajuda a compreender sua importância dentro da história. Mesmo com todo esse acervo histórico-teórico bibliográfico a Ilustração científica é pouco conhecida. Pesquisando nesse aspecto pode-se averiguar que a ilustração científica no Brasil ainda não é tão reconhecida e trabalhada como em Aveiro Portugal e Estados Unidos, muitos não a conhecem, mesmo sendo do meio acadêmico, o que torna difícil o conhecimento sobre a mesma.

Em relação aos principais resultados sobre a importância da IC na Geologia e Paleontologia, em um contexto histórico, ela se faz presente nessas áreas do campo científico. Dentro da Paleontologia a IC é utilizada por meio da paleoarte com ilustração fósseis, animais pré-históricos, paleoambientes, destacando-se por meio de figuras por artistas e estudiosos (tanto do passado como no presente) famosos como Cuvier e o paleoartista Knight dentre outros. Pode-se averiguar que a IC se faz presente e é muito utilizada dentro da Paleontologia, mas ainda há uma grande dificuldade em se obter trabalhos que aborde sobre a ilustração científica na Paleontologia, tanto voltados para o conhecimento histórico como também para o ensino, ambos trazendo a ilustração científica como tema central.

Já em relação aos resultados na Geologia pode-se averiguar que a ilustração científica engloba várias áreas de estudos, presente em quase todo o seu conteúdo por meio de figuras, imagens, esboços, desenhos explicativos em livros, como o livro princípios de geologia de Charles Lyell. Ainda se destaca a utilização de ilustrações geológicas representando a morfologia das rochas, camadas, relevos, minerais, mostrando a sua importância na representação dessa geodiversidade. Com base na pesquisa pode-se constatar que há uma grande dificuldade de encontrar acervos de trabalhos com o assunto da ilustração científica, principalmente relacionados com Geologia. Na Geologia, são poucos, tanto voltados para o ensino da Ilustração científica na Geologia, como a aplicação da IC dentro da geologia em si.

Destacando as principais propostas utilizadas no ensino, podem-se averiguar que de fato, a ilustração científica, auxilia no ensino de paleontologia e geologia suprimindo a carência de materiais didáticos, quando a instituição de ensino não tem recursos financeiros ou recursos tecnológicos, a ilustração auxilia na ausência desses recursos, por meio de oficinas, minicursos e criação de materiais didáticos para ensino-aprendizagem, buscando, metodologias de ensino que utiliza a ilustração científica. No Ensino Superior a IC é trabalhada na Ciência e Biologia no Ensino de Botânica melhorando a capacidade de percepção dos alunos na percepção de espécies vegetais no seu contato direto. As ilustrações ajudam no conhecimento da

geodiversidade local, através delas, pode-se constatar a aprendizagem por meio de figuras, usando metodologias voltadas para o ensino, na compreensão de conceitos utilizando a ilustração científica como as que foram produzidas neste trabalho na seção resultados e discussão.

Em relação à pesquisa de guias ilustrados ou guias de campo ilustrados com desenhos foi verificado que há uma grande carência em relação da produção desses trabalhos, isto porque são poucos que são produzidos com desenhos, sendo em sua maioria apenas fotografias, tornando difícil o acesso a esses trabalhos. O trabalho buscou como proposta utilizar a ilustração científica como ferramenta na criação de mapas que trazem espécies nativas exóticas do bioma brasileiro, para o conhecimento e conservação ambiental.

Ao analisar a produção de guias de campo sobre os biomas brasileiros, principalmente no Nordeste constatou que na região Sul do Brasil há uma produção relevante destes materiais, a explicação é que na região Sul do Brasil, tem-se muitos centros de IC e ilustradores autônomos, graças a extinta Fundação Margaret Mee que formou vários ilustradores, o que ajudou na divulgação do bioma da região e na formação de futuros ilustradores. Com isso, contribuiu para a divulgação da conservação ambiental propagando por intermédio de guias, livros sobre a fauna e flora da região, contribuindo para a preservação do patrimônio local.

É importante ter centros de ilustrações científicas na região Nordeste e em outras regiões do Brasil, pois ajudaria na formação de futuros ilustradores e criação de obras ilustradas da região, conhecendo a geodiversidade e biodiversidade local, já que muitas obras da fauna e da flora ilustradas do Brasil, muitas são feitas por estrangeiros. Com a formação de ilustradores no Nordeste, trabalhando na divulgação do bioma caatinga, ajudaria na divulgação da sua fauna e flora, trabalhando na construção de guias de campo, como uma forma de conhecimento e conservação ambiental dessa região.

O presente trabalho contribui com informações voltadas para o campo da ilustração científica. Ele traz informações práticas beneficiando a área de ilustração científica. Portanto, este trabalho enriquece de certa forma e ajuda na divulgação no conhecimento da IC no campo da Ciência.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. N.; ARAÚJO, C.; MELLO, E. F. Geologia nas Escolas de Ensino Básico: a experiência do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Terræ Didática**, Campinas, SP, v. 11, n. 3, p. 150–161, 2016. DOI:10.20396/td.v11i3.8643643. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8643643>. Acesso em: 25 nov. 2022.
- ALMEIDA, Amauri Sampaio de. O desenho de Margaret Mee: contribuições para a taxonomia botânica. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Desenho Cultura e Interatividade) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2014. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/101>. Acesso em: 17 agosto. 2023.
- ALVES, Olga Sofia Fabergé. Um manual de ilustração zoológica. **Cadernos de História da Ciência**, v. 11, n. 2, p. 218-222, 2015.
- ARAÚJO, Andrea Mendez. Aplicações da ilustração científica em ciências biológicas. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado e licenciatura - Ciências biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/118088>>. Acesso em: 01 dez. 2022.
- ARAÚJO, Shaline Elaide de. Osteodermos de Cingulata (Mammalia, Xenarthra) como referência Taxonômica, Fossildiagenética, Paleoecológica e Paleoambiental: o caso dos Cingulados fósseis do Estado do Rio Grande do Norte. 2017.
- ARAÚJO, Maria Elisabeth de. **Peixes estuarinos marinhos do Nordeste brasileiro: guia ilustrado**. Editora Universitária UFPE, 2004.
- ATTADEMO, F. L. N. *et al.* Comportamento de peixes-bois| Guia ilustrado. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília**, 2020.
- AUSUBEL, D.P. 1968. *Educational Psychology: Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- AZEVEDO, Natália Aranha de; OLIVEIRA, Márcio Leite de; DUARTE, José Maurício Barbanti. Guia ilustrado dos cervídeos brasileiros. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Mastozoologia, 2021. 41 p. <https://doi.org/10.32673/9788563705037>.
- BAUMANN, Marina Clasen *et al.* A ilustração científica nos primórdios da ciência moderna e seu impacto na investigação da natureza. 2016.
- BARROCAS, Cláudia; CORREIA, Fernando. A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA DIGITAL NA ANATOMIA HUMANA. **Anais do 5º Encontro Brasileiro sobre Ilustração Científica**, p. 15. 2016.

BENÍCIO, Ronildo Alves; ÁVILA, Robson Waldemar; FONSECA, Mariluce Gonçalves. Guia ilustrado dos anfíbios & répteis de Barras, Piauí. Teresina: EDUFPI, 2021.

BRILHA, José *et al.* Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. **Environmental Science & Policy**, v. 86, p. 19-28, 2018.

BUCK, Pedro Victor. Um novo icnotáxon de tetrápode para a Formação Botucatu, Cretáceo Inferior (Neocomiano) do Brasil: aspectos locomotoriais, preservacionais e paleoecológicos. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8109>. Acesso em: 25 abril. 2023.

CARNEIRO, Diana. ***Ilustração Botânica: Princípios e Métodos*** Editora UFPR, 2012. **2ª Reimpressão.**

CARVALHO, Victor Feijó de. A aplicação da paleoarte e do desenho científico na representação da classe reptilia. **2020. Tese de Doutorado.**

CARVALHO, Ismar de Souza. Paleontologia: conceitos e métodos. **Rio de Janeiro: Interciência**, v. 1, p. 3, 2010.

CAVALCANTE, L. C. D. Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil: biodiversidade, arqueologia e conservação de arte rupestre. **Mneme - Revista de Humanidades**, [S. l.], v. 14, n. 32, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/mneme/article/view/1708>. Acesso em: 13 nov. 2022.

CAVALCANTE, Arnóbio; TELES, Marcelo; MACHADO, Marlon. Cactos do semiárido do Brasil: guia ilustrado. **Campina Grande: INSA**, 2013.

CORREIA, F. A ilustração científica: “santuário” onde a arte e a ciência comungam. **Visualidades**, Goiânia, v. 9, n. 2, 2012. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/VISUAL/article/view/19864>. Acesso em: 27 out. 2022.

CORREIA, Fernando Jorge; FERNANDES, Ana Silva. Desenhar Para (Re) Conhecer: O Papel da Ilustração Científica nas Missões Científicas do Espaço Lusófono. In: **Congresso Internacional Saber tropical em Moçambique: História, memória e ciência**. Disponível em: <http://2012congressomz.files.wordpress.com/2012/08/correia-e-fernandes-final.pdf>. Acesso em: 27 out. 2022.

CORREIA, Fernando. 2010. “Ilustração científica em Portugal - a génese e o ensino. *Anais do III Encontro Nacional de Ilustradores Científicos*, Universidade Federal de Brasília (Instituto de Ciências Biológicas e Embrapa), 22 a 25 de julho (Brasília, Brasil). CD Anexo / Ed. em pdf: 14-35.

CZERKAS, Sylvia J.; OLSON, Everett C. *Dinosaurs Past and Present (vol 1)*. Seattle: University of Washington Press. pp. 97–113.1987.

DANTAS, M.A.T. *et al.* About the occurrence of Glyptodon sp. in the Brazilian Intertropical Region. **Quaternary International**, v. 305, p. 206-208, 2013.

FARIÑA, R.A. *et al.* **Megafauna: giant beasts of Pleistocene South America.** **Bloomington:** Indiana University Press, 2013.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo Aurélio século XXI: dicionário da língua portuguesa.* Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FLUSSER, Vilém. O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação. Organização de Rafael Cardoso. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

GEE, H. *In search of deep time: Beyond the fossil record to a new history of life.* New York: Cornell University Press, 272p. 1999.

GHILARDI, R. P.; RIBEIRO, R. N. S.; ELIAS, F. A. Paleodesign: uma nova proposta metodológica e terminológica aplicada à reconstituição em vida de espécies fósseis. Paleontologia: Cenários de vida. In XX Congresso Brasileiro de Paleontologia. Rio de Janeiro: 2007, v. 2, p. 61-70.

GOULD, S. J. *Seta do tempo, ciclo do tempo: mito e metáfora na descoberta do tempo geológico.* São Paulo: Companhia das Letras, 1991.

GÓES, A.M.O.; FEIJÓ J.F. 1994. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, vol. 8, n. 1, p.57-67.

GOELDI, E. Álbum de Aves Amazônicas. Editora Universidade de Brasília, 1981.

GROBEL, Maria Cecília Blumer; TELLES, V. L. C. N. Da comunicação visual pré-histórica ao desenvolvimento da linguagem escrita, e, a evolução da autenticidade documentoscópica. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**, v. 1, n. 1, 2014.

HAJAR, R. Ilustração médica: Arte na educação médica. Heart Views [serial online] 2011 [citado 2022 11 de novembro];12:83-91. Disponível em: <https://www.heartviews.org/text.asp?2011/12/2/83/86023>

JUNIOR, Eduardo João Pereira. A botânica em trabalhos acadêmicos que investigam a aplicação da ilustração científica no ensino de ciências e biologia. 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25237> . Acesso em: 19 dez. 2022.

JUNIOR, Antônio Vicente Ferreira. Fundamentos de geologia e petrografia [recurso eletrônico] ed. Recife: UFPE, 2021.

JUNIOR, Heriberto Gimênes; RECH, Ricardo (org.). **Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno.** Campo Grande, MS: Julien Design, 2022. 660 p.

LESCAZE, Zoë. **Paleoart: Visions of the prehistoric past.** 2017. Taschen: Keulen. ISBN 978-3-8365-5511-1. 289 pp.

LOPES, Leandro; CASTIÑEIRA, Maria Inés; SILVA, Heloisa Regina Turatti. Anais do 5º Encontro Brasileiro sobre Ilustração Científica. 2016. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/2610>. Acesso em: 18 dez. 2022.

LYELL, Charles. Principles of Geology, Volume 2. In: **Principles of Geology, Volume 2**. University of Chicago Press, 2010.

LUSTOSA, A.H.; MEDEIROS, E. *Parque Nacional Sete Cidades Piauí, Brasil*, Halley Gráfica e Editora, Realização: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA/PI), maio de 2002.

MARTINE, Ariel Milani; BRANCO, Fresia Ricardi. Descrição dos métodos paleoartísticos para reconstruções de animais e vegetais fósseis. **Terrae Didactica**, v. 13, n. 2, p. 101-112, 2017.

MARTIUS, C.F.P.V. *et al.* **Flora brasiliensis**. apud R. Oldenbourg in comm., 1840-1906.

MAYER, R. E. (ed.). **The Cambridge handbook of multimedia learning**. 2. ed. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2014. 930 p.

MEDEIROS, João de Deus. Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies. Brasília: MMA/SBF, 2011. 532 p. : il. (Série Biodiversidade, 43). Disponível em: <http://livroaberto.ibict.br/handle/1/964> . Acesso em: 06 junho. 2023.

MIRANDA, Adriana Vieira de *et al.* Guia ilustrado de identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil. Ed. Brasília, DF: ICMBio/CMA, 2019.

MCKENNA, M. C.; BELL, S. K. Classification of Mammals Above the Species Level. Nova York: Columbia University Press, 1997. 631 pp.

MOURA, Nelson Antunes de; SILVA, Juciley Benedita da; RIBEIRO, Josiani Leitner. INCLUSÃO DIGITAL ATRAVÉS DE ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. **RAÍZES E RUMOS**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 7, 2016. DOI: 10.9789/2317-7705. 2015.v3i2.7. Disponível em: <http://seer.unirio.br/raizeserumos/article/view/5403> . Acesso em: 18 dez. 2022.

MOURA, N. A. DE; SILVA, J. B. DA; RIBEIRO, J. L. A ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA E A ARTE DIGITAL: O ENSINO E A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES. **Arquivos do Mudi**, v. 20, n. 3, p. 59-68, 12 jun. 2017.

MOODY, R. T. J., BUFFETAUT, E., NAISH, D. & MARTILL, D. M. (eds) 2010. Dinosaurs and Other Extinct. Disponível em: <https://www.lyellcollection.org/doi/full/10.1144/SP343.1>

MOURA, A.M.; SILVA, J.B.; SANTOS, E.C. Ensino de biologia através da ilustração científica. **Revista Temas em Educação**, João Pessoa, 25, Número Especial, 194-204, 2016.

MOURA, N. A.; SILVA, J. B. Ensino de Biologia através da ilustração científica em uma escola do Pantanal de Mato Grosso. **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 324-331, 2015.

MORO, Débora; HOHEMBERGER, Rômulo; PANIZ, Catiane Mazocco. Paleoarte no ambiente escolar: uma ferramenta para difusão do ensino sobre a paleobiodiversidade da região central do Rio Grande do Sul. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 349-365, 2021.

OLIVEIRA, A. O. S. A. *Contribuição teórico metodológica para o ensino de Geomorfologia*. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2010, 306 p.

OLIVEIRA, Yumi Asakura Bezerra de. Paleohistologia de mamíferos encouraçados (xenarthra, cingulata): aspectos taxonômicos, paleobiológicos e biomecânicos. 2020.

PATACA, Ermelinda. 2003. "A confecção de desenhos de peixes oceânicos das "Viagens philosophicas" (1783) ao Pará e a Angola". *História, Ciências, Saúde*. Rio de Janeiro. Vol.10 (3): 979-91.

PLÁCIDO, Ricardo Antônio de Andrade. Guia de aves do Parque Nacional da Serra do Divisor. Nazaré Paulista, SP: IPÊ. Instituto de Pesquisas Ecológicas, 2022.

PEREIRA, R.M.A. 2006. Gabinetes de curiosidades e os primórdios da ilustração científica. II Encontro de História da Arte - IFCH/UNICAMP: 407-413.

PRESS, Frank *et al.* **Para entender a Terra**. 4ª. ed., Porto Alegre: Bookman, 2006.

PEREIRA, Diamantino Insua; PEREIRA, Paulo; BRILHA, J. B. A geodiversidade no contexto dos serviços dos ecossistemas. 2019.

PERLO, Ber Van. **A field guide to the birds of Brazil**. Oxford University Press, 2009.

PEREIRA, Arthur Albuquerque; BARROS, José Deomar de Souza. Paleoartistas por um dia: O uso de oficina pedagógica na compreensão da megafauna e impacto antrópico. 2020.

PESSIS, Anne-Marie; CISNEIROS, Daniela; MUTZENBERG, Demétrio. Identidades Gráficas nos Registros Rupestres do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Revista Fundamentos, São Raimundo Nonato**, p. 33-54, 2018.

RAPATÃO, Vitória Sabino; PEIRÓ, Douglas Fernando. Ilustração científica na Biologia: aplicação das técnicas de lápis de cor, nanquim (pontilhismo) e grafite. **Revista da Biologia**, v. 16, n. 1, p. 7-14, 2016.

RESENDE, Rinaldo José de. Ilustração científica: as imagens são ciência. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/40833> . Acesso em: 20 dez. 2022.

REISZ, R. R. & SUES, H. The challenges and opportunities for research in paleontology for the next decade. **Frontiers in Earth Science**. v. 3, n. 9, 2015.

RIBEIRO, Marta Felismina Fontes de Pinho. História da ciência na construção de material didático: O Caso da controvérsia Neptunismo, Vulcanismo e Plutonismo. 2002.

RIBEIRO, J. F. *et al.* Guia de plantas do Cerrado para recomposição da vegetação nativa. 2023.

RIBEIRO, Ana Maria *et al.* Atividades educacionais na seção de paleontologia do Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. **Paleontologia: cenários da vida**. Rio de Janeiro: Interciência, p. 3-12, 2007.

RUDWICK, J.S.M. (2008) *The Geologist's Time Machine (1825- 1831)*, in: *Worlds Before Adam: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Reform*. The University of Chicago Press, 147-160 pp.

SANTIAGO, J. O. P. **Análise da contribuição das aulas de campo e do uso do desenho científico e da fotografia, como instrumento para a melhoria do processo de aprendizagem em Biologia**. 2019. 151 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. Brasília, 2019.

SALGADO, P. *et al.* A ilustração científica como ferramenta educativa. **Revista Interacções**, [S. l.], v. 11, n. 39, 2016. DOI: 10.25755/int.8745. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8745>. Acesso em: 24 mai. 2023.

SANTOS, Lucas Carneiro dos; FREIXO, Alessandra Alexandre. Ilustração científica: ensinando, aprendendo e desenhando botânica em uma Escola Família Agrícola. **Cadernos CIMEAC**, v. 10, n. 2, p. 59-88, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18554/cimeac.v10i2.3669> . Acesso em: 19 dez. 2022.

SILVA, Marcus Vinícius Chagas da; CRISPIM, Andrea Bezerra. Geologia Geral. Fortaleza: EdUECE, 2015.

SILVA, R.V. B. Oficinas paleontológicas e geológicas: uma ferramenta didática para o ensino fundamental. 126 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2019. Disponível em: <http://www.bdt.d.ueg.br/handle/tede/140> . Acesso em: 24 maio. 2023.

SILVA, Marcos Antônio Santos. A ilustração científica como parceira na conservação do Cerrado. **Sustainability in Debate**, v. 6, n. 1, p. 200-217, 2015.

SIMÕES, Luciana Lopes. Guia de Aves Mata Atlântica paulista: Serra do Mar e Serra de Paranapiacaba. **São Paulo: WWF Brasil**, p. 132, 2010.

SOUZA, L. H. P. de; GOUVÊA, G. Oficinas pedagógicas de ciências: os movimentos pedagógicos predominantes na formação continuada de professores. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, n. 3, p. 303-313, 2006.

SUGUITURU, Silvia Sayuri; MORINI, M. S. C. Arte e ciência: uso de diferentes técnicas de Ilustração científica. In: **Anais do XV Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Mogi das Cruzes**. 2012.

TEIXEIRA, Wilson. Tempo geológico: a história da Terra e da vida. **Geologia**, p. ca 11-279, 2014.

TEIXEIRA, Wilson *et al.* Decifrando a terra. 2.ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. p.284. Acesso em: 25 nov. 2022.

VARGAS, Claudinei. A arte como ferramenta de ensino de ciências e biologia. 2022.

VITOR, Fernanda Cavalcanti. Ilustrações científicas e a classificação do mundo natural no século XVIII. 2021.

VITOR, Fernanda Cavalcanti; MARTINS, André Ferrer P. Ilustrações científicas no ensino de ciências: um panorama a partir de periódicos brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 2, p. 99-121, 2020.

WITTON, M.P. The Palaeoartist's Handbook: Recreating Prehistoric Animals in Art. 2018.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, St. Louis, v.47, p. 2-9, 2002.

WEBER, A.F; PÉRSIGO, P.M. **princípios de opinião pública**: princípios e exercícios. Santa Maria: Facos-UFSM, 2017. 86 p.

ZANI, Hiran. Mudanças morfológicas na evolução do megaleque do Taquari: uma análise com base em dados orbitais. 2008. 87 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/92779>>.

ZURITA *et al.*, 2018. A tale of two clades: Comparative study of Glyptodon Owen and Glyptotherium Osborn (Xenarthra, Cingulata, Glyptodontidae), **Geobios**, Volume 51, Issue 3, Pages. 247-258, 2018. ISSN 0016-6995. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2018.04.004>. Acesso em: 24 jan. 2023.