



Universidade de Brasília – UnB

**Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Rede Nacional
para Ensino das Ciências Ambientais – PROFCIAMB**

Evelyn da Silva Galvão

**MAQUETE ECOPEDAGÓGICA PARA O ENSINO BÁSICO DE CIÊNCIAS
AMBIENTAIS: O ciclo da água no meio urbano do Distrito Federal, Brasil.**

Brasília – DF

2021

Evelyn da Silva Galvão

MAQUETE ECOPEDAGÓGICA PARA O ENSINO BÁSICO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS: O ciclo da água no meio urbano do Distrito Federal, Brasil.

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação: mestrado profissional em rede para ensino das Ciências Ambientais – PROFCIAMB como exigência parcial para obtenção do título de mestre.

Área de Concentração:

Orientador: Prof. Dr.^a Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti

Brasília – DF

2021

Evelyn da Silva Galvão

MAQUETE ECOPEDAGÓGICA PARA O ENSINO BÁSICO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS: O ciclo da água no meio urbano do Distrito Federal, Brasil.

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação: mestrado profissional em rede para ensino das Ciências Ambientais – PROFCIAMB- Associada UnB como exigência parcial para obtenção do título de mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Maurício de Carvalho Amazonas

Prof.^a Dr. Thais Emanuelle Monteiro dos Santos Sousa

Brasília – DF

2021

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva Galvão, Evelyn
MAQUETE ECOPEDAGÓGICA PARA O ENSINO BÁSICO DE CIÊNCIAS
AMBIENTAIS: O ciclo da água no meio urbano do Distrito
Federal, Brasil. / Evelyn Silva Galvão; orientador Izabel
Cristina Bruno Bacellar Zaneti . -- Brasília, 2021.
p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Ambientais)
- Universidade de Brasília, 2021.

1. Ensino de Ciências Ambientais. 2. Educação Ambiental.
3. Maquete Ecopedagógica. 4. Ciclo da água em meio urbano.
5. Projeto Parque Educador. I. Bruno Bacellar Zaneti ,
Izabel Cristina , orient. II. Título.

RESUMO

O presente trabalho, apresenta o processo de confecção de uma maquete ecopedagógica, como produto exigido para obtenção do título de Mestrado, Profissionalizante, no Ensino das Ciências Ambientais, no polo da Universidade de Brasília (UnB), que tem como objetivo ilustrar de forma lúdica e interativa, para estudantes do ensino básico das ciências ambientais, os danos causados pela impermeabilização do solo às águas subterrâneas em regiões urbanas, em especial no Distrito Federal (DF), além dos prejuízos causados pelos sistemas de drenagem insuficientes e a possibilidade de alternativas de drenagens sustentáveis. A partir dessa perspectiva, pretende-se inserir uma visão holística para o ciclo hidrológico em uma abordagem interdisciplinar. Para contextualizar, de maneira mais fidedigna possível, a fase de infiltração hídrica do ciclo hidrológico no Distrito Federal, dados de pesquisas da UnB sobre o comportamento geológico, bem como das águas subterrâneas do DF, foram parâmetros para a confecção da maquete que foi baseada no modelo mais frequente proposto para a região, qual seja, um aquífero poroso em solo, sobreposto a um aquífero rochoso e fraturado. A maquete compreende uma caixa de acrílico transparente com dimensões de 50 x 35 x 35cm, subdividida transversalmente ao meio para representar e poder comparar duas situações urbanas de infiltração, desde a superfície até os dois aquíferos, além do escoamento superficial das águas pluviais. Uma situação simula o sistema de drenagem urbano atual do DF, de baixa permeabilização e infiltração, denominado de tradicional, no qual as galerias urbanas direcionam as águas pluviais para o corpo hídrico mais próximo, enquanto a outra busca demonstrar um sistema de drenagem alternativo que considera o fluxo natural da água de chuva, quer seja recompondo sua capacidade de infiltração em áreas verdes ou captando e armazenando as águas pluviais. Com isolamento social imposto pelas medidas restritivas, devido a pandemia do novo coronavírus, foi descrita uma sugestão de aplicação futura da maquete em aula, no Parque Ecológico de Águas Claras, com o emprego do método de grupo focal para a verificação de efetividade.

Palavras-chave: maquete ecopedagógica; ciclo hidrológico; drenagem urbana; ensino de ciências ambientais.

ABSTRACT

This work, presents the process of making an eco-pedagogical scale model, as a product required for obtaining the title of master's degree, professional, in the teaching of environmental sciences, at the pole of the University of Brasilia (UnB), which aims to illustrate in a playful and interactive way, for students of basic education in environmental sciences, the damage caused by soil sealing to groundwater in urban regions, especially in the Federal District (DF), in addition to the damage caused by insufficient drainage systems and the possibility of alternative sustainable drainage. From this perspective, it is intended to insert a holistic vision for the hydrological cycle in an interdisciplinary approach. To contextualize, in the most reliable way possible, the water infiltration phase of the hydrological cycle in the Federal District, data from UnB's research on the geological behavior, as well as the groundwater of the Federal District, were parameters for the making of the maquette that was based on the most frequent model proposed for the region, which is, a porous aquifer in soil, overlaid on a rocky and fractured aquifer. The model comprises a transparent acrylic box with dimensions of 50 x 35 x 35cm, transversely subdivided in the middle to represent and compare two urban situations of infiltration, from the surface to the two aquifers, in addition to the surface runoff of rainwater. One situation simulates the current urban drainage system of DF, of low permeabilization and infiltration, called traditional, in which the urban galleries direct rainwater to the nearest water body, while the other seeks to demonstrate an alternative drainage system that considers the natural flow of rainwater, either by recomposing its infiltration capacity in green areas or by capturing and storing rainwater. With social isolation imposed by restrictive measures, due to the pandemic of the new coronavirus, a suggestion for future application of the model in class, in the Ecological Park of Águas Claras, was described, using the focus group method to verify its effectiveness.

Keywords: eco-pedagogical scale model; hydrological cycle; urban drainage; environmental science teaching.

Agradeço, primeiramente, a Deus pela oportunidade de seguir com os estudos. Agradeço aos meus pais, que sempre me apoiaram e incentivaram a buscar conhecimento e oportunidades. Também sou grata às instituições que possibilitaram essa jornada de estudos: Secretaria de Educação - SEE/DF, Agência Nacional de Águas (ANA), Universidade de Brasília (UnB), Instituto Brasília Ambiental – IBRAM e Secretaria de Meio Ambiente do Distrito Federal – SEMA. Agradeço aos meus colegas de turma pelas ricas discussões em sala de aula e, ao corpo docente do PROFCIAMB, que contribuiu para a construção de um entendimento mais lúcido frente às questões complexas.

Em especial, sou grata à querida prof^a Dra. Anete Maria de Oliveira, que além de orientadora, foi acima de tudo, grande incentivadora, “psicóloga” e amiga me passando força e segurança em uma época pandêmica, na qual o medo e a incerteza me afligia. Também à prof^a Dra. Izabel C. Zaneti que me orientou e apoiou nos momentos mais importantes desta jornada. Ao prof. Dr. Maurício de C. Amazonas pelas contribuições desde o projeto inicial em sua disciplina, até os momentos finais de qualificação e defesa deste trabalho. Também aos profs. Drs. Gustavo Baptista e Demétrios Cristofídis, pelas contribuições fundamentais.

Serei eternamente grata ao meu marido e melhor amigo, Nasson Junior, e às minhas filhas, Marília e Clarice, pelo apoio, paciência e compreensão pela minha ausência em determinados momentos. Também agradeço à querida amiga, Rute, pelo apoio e auxílio nas tarefas cotidianas, o que me possibilita avançar nos estudos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Figura.1 Distribuição de água em diversas formas no planeta Terra.....	15
Figura 2 - Ciclo hidrológico; modelo com todas suas fases.....	16
Figura 3 - Figura 3: Vala de infiltração	22
Figura 4 - Trincheira de infiltração.	22
Figura 5 Bacia de infiltração	22
Figura 6 - Pavimentos drenantes.....	22
Figura 7 -Sistema de captação de água da chuva	23
Figura 8 - Poço de infiltração	23
Figura 9 – Localização do DF no mapa do Brasil.....	26
Figura 10 - Disposição e sequenciamento de formação dos tipos de rochas do DF...	
Figura 11 - . Relevo do Distrito Federal	28
Figura 12 - Bacias hidrográficas cujas águas nascem no Distrito Federal.....	29
Figura 13 - Tipos de aquíferos quanto à porosidade.	31
Figura 14 - Distribuição dos aquíferos poroso na região do DF.....	32
Figura 15 Distribuição dos aquíferos fraturados na região do DF.....	32
Figura 16 - Risco ecológico de perda de recarga de aquífero.....	34
Figura 17 - Vala de infiltração após a chuva. Taguaparque.....	36
Figura 18 - Poço de retenção no Taguaparque.....	36
Figura 19 - Vicente Pires com declividade elevada	37
Figura 20 - Vicente Pires após temporal.....	37
Figura 21 - Vala de contenção com lixo. Taguaparque, Taguatinga-DF.....	37
Figura 22 - Mapa do Distrito Federal e todo seu Entorno, caracterizado pela área metropolitana e pela Região Integrada de Desenvolvimento do DF.....	47
Figura 23 - Mapa do Distrito Federal com a localização dos parques. Em destaque, os parques ecológicos que acontecem o projeto Parque Educador.....	48
Figura 24 . Aula sobre água e patrimônio com cortejo musical e teatro de mamulengo.....	49
Figura 25 Aula sobre recursos hídricos e vegetação do cerrado	50

Figura 26 Mapa da região administrativa de Águas Claras.....	51
Figura 27 Cidade de Águas Claras.....	52
Figura 28: mapa da RA de Águas Claras com a localização dos centros urbanísticos e do Parque Ecológico de Águas Claras.....	53
Figura 29 - Caixa de acrílico antes da montagem da maquete.....	58
Figura 30 - Disposição de materiais da maquete	59
Figura 31 -Espuma de polietileno	60
Figura32 -Pedrinhas de biscuit	60
Figura 33 - Vista de fundo da maquete com os mecanismos de bombeamento de água e iluminação	60
Figura 34- Sistemas de: iluminação, drenagem, recarga de água e passagem de água para simulação de chuva.....	62
Figura 35. Aula no parque, cujo tema era a otimização do uso da água, a partir da observação do sistema de captação de água da chuva e do jardim de xerófitas.....	62
Figura 36. Maquete do parque; impacto do desmatamento em área rural no ciclo da água.	63
Figura 37. Aula no parque. Atividade de pescaria de lixo com perguntas e respostas sobre ciclo da água, pegada hídrica e resíduos sólidos	63
Figura 38. Imagem com as dimensões.....	64
Figura 39 - Imagem com o dispositivo de fazer chuvas (nuvem) em funcionamento. Fonte: acervo pessoal da autora.....	64
Figura 40 - Visão em planta da maquete. Fonte: acervo pessoal da autora.....	65
Figura 41. Representação de alagamento pelo excesso de água e dificuldade de infiltração de água em ocupações urbanas tradicionais como as atuais do DF.....	66
Figura 42. lateral com representação dos aquíferos. Poroso sobreposto ao fraturado.....	66
Figura 43. Dinâmica inicial no gramado do parque	69
Figura 44. Trilha no parque educador. Observação da lagoa dos patos.....	71

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1.1- O Ciclo Hidrológico e a distribuição de água na Terra.	14
2.1.2- Interferências do meio urbano no ciclo hidrológico.	17
2.1.3- Mitigações sustentáveis do ciclo hidrológico em áreas urbanas	20
2.1.4- Aspectos fisiográficos e o Ciclo Hidrológico atual do Distrito Federal	26
2.1.5 Atual Cenário Hidrológico do Distrito Federal.	32
2.1.6- Técnicas de infiltração e de controle de alagamentos no DF	36
2.2.1 O Ciclo Hidrológico na Educação Básica.	38
2.2.2 O Ciclo Hidrológico na Educação Básica: abordagens do ciclo da água nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs	39
2.2.2.1 Água e outros temas complexos nos Parâmetros Curriculares Nacionais	40
2.2.3 O Ciclo Hidrológico na Base Nacional Comum Curricular – BNCC: habilidades e competências a serem desenvolvidas a partir do tema ciclo da água.	43
2.2.4 O ciclo hidrológico no Currículo em Movimento do Distrito Federal.	45
2.2.5.1 Estabelecimentos não formais de ensino: parques ecológicos do DF.	46
2.2.5.2 Parque Ecológico de Águas Claras: caracterização do Meio Físico	52
2.2.6 O uso de maquete como instrumento de ensino-aprendizagem.	55
3. O PRODUTO	57
3.1 Procedimentos Metodológicos	57
3.1.1 Levantamento Bibliográfico	57
3.1.2 Construção do Produto	57
3.2 Resultados	63
3.3 Proposta Para Verificação de Efetividade e Uso Como Material Didático.	68
3.3.1 Ambiente de Pesquisa	68
3.3.2 Sujeitos de Pesquisa	69
3.3.3 Metodos de Aplicação	69
3.4 Análise de Resultados	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
APÊNDICE	
ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

Determinados fatores, seja uma mudança cognitiva, um comportamento social ou político, uma alteração ambiental ou biológica, são capazes de mudar os rumos da história da humanidade, e a revolução científica, sem dúvida, foi um desses fatores. Os humanos, desde a revolução cognitiva, tentavam compreender as leis que regem o mundo natural, contudo, essa compreensão só ficou um pouco mais clara com o advento da revolução científica; esta, só foi possível, pelo fato dos humanos passarem a assumir sua ignorância, relacionar a observação com ferramentas matemáticas, criar teorias e utilizá-las para desenvolver novas capacidades, entre elas a tecnologia (HARARI, 2017). Segundo o autor, estes acontecimentos também fizeram com que nos últimos 500 anos:

A Terra fosse unida em única esfera ecológica. A economia crescesse exponencialmente permitindo que a humanidade desfrute de riquezas que só existem em contos de fadas. A Revolução Industrial desse à humanidade poderes sobre-humanos e energia praticamente sem limites (HARARI, 2017 p.386).

Em contrapartida, o efeito colateral deste comportamento foi “a desordem ecológica, que pode ameaçar a sobrevivência do próprio *Homo sapiens...* com isso o futuro pode testemunhar uma disputa entre a capacidade humana e os desastres naturais por ela causada” (HARARI, 2017 P. 362). Chegou-se a um ponto em que somente a mudança de comportamento pode assegurar a existência humana.

De acordo com Jacob (2003), esta mudança está condicionada à produção de conhecimento e reflexão frente às práticas sociais vigentes e sua relação com o meio natural, em um contexto que envolve a degradação constante do meio ambiente e dos recursos naturais. Começar a se sentir parte do planeta é o primeiro passo para tratá-lo com o cuidado e o devido respeito. Muito se discute sobre a necessidade de desenvolver um mundo mais sustentável, justo e solidário, no entanto, sem uma educação efetiva e engajada a adotar abordagens adequadas aos temas discutidos e, que proporcione uma análise integral e crítica referente às ações humanas, em prol do desenvolvimento da sociedade moderna, tais propósitos se tornam distantes. Morin (2000) diz que:

A esse problema universal confronta-se a educação do futuro, pois existe inadequação cada vez mais ampla, profunda e grave entre, de um lado, os saberes desunidos, divididos, compartimentados e, de outro, as realidades ou problemas cada vez mais multidimensionais, transnacionais, globais e planetários. Nessa inadequação

tornam-se invisíveis: o contexto, o global, o multidimensional e o complexo. Para que o conhecimento seja pertinente, a educação deverá torná-los evidentes (MORIN, 2000, pág. 3).

Nesse sentido, o ensino das ciências ambientais, por ter como eixo estruturante a interdisciplinaridade e abordagens que tentam alcançar as diversas dimensões apresentadas por determinado tema (DRUMMOND E BARRETO, 2020), poderá apresentar resultados positivos no desenvolvimento de uma visão mais abrangente aos temas complexos, contribuindo para a formação integral do aluno com possível mudança de comportamento e, quem sabe, futura atuação com cidadania ativa.

A alteração do meio ambiente devido às ações humanas, as desigualdades de acesso aos recursos naturais pelos membros da sociedade, bem como a conservação destes recursos, por exemplo, são temas fundamentais a serem discutidos pela sociedade e devem ser introduzidos nas escolas.

Entre os principais objetivos da educação brasileira, descritos nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (1998), está a formação de educandos críticos, dotados de cidadania ativa, conscientes da importância do desenvolvimento tecnológico e que se entenda como parte integrante do Universo, compreendendo a relação não antropocêntrica entre o homem e a natureza. Para tal, há de se buscar uma educação que aborde os temas complexos em todas as suas dimensões com o propósito de oferecer ao aluno a possibilidade de enxergar sua dinâmica sistêmica.

O tema água ou ciclo hidrológico exige, como os demais temas sobre processos naturais, esse tipo de abordagem por envolver aspectos sociais, ambientais, culturais e econômicos, além dos aspectos geológicos, geográficos, climatológicos e biológicos intrínsecos ao mesmo. A água, bem natural do qual as diversas formas de vida dependem, tem sido tratada como um recurso hídrico de utilidades múltiplas, que somado ao crescimento da população mundial e uso intensificado, tem reduzido sua disponibilidade (BACCI, 2008). Uma das abordagens de extrema relevância e com urgência a ser incluída nas discussões escolares, por fazer parte do cotidiano dos estudantes, é como o uso e a ocupação de solo em áreas urbanas podem alterar o ciclo da água e, como consequência, a saúde e a qualidade de vida das pessoas. Segundo a Organização das Nações Unidas, o processo de urbanização encontra-se num crescente, cujas projeções indicam que 68% da população mundial estará vivendo em cidades até 2050, enquanto no Brasil a taxa de crescimento é ainda maior, com projeções de 90% já em 2030 (ONU-Habitat, 2016). Desta forma, cabe à educação formal, informal e não formal (MARANDINO, M. 2017),

elucidar a relação complexa existente entre, no mínimo, quatro dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) para 2030: ODS 03- *Saúde e bem estar*; ODS 06 – *Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos*; ODS 11 – *Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis* e ODS 13 - *Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países* (ONU, 2019).

Entre os diversos objetivos da disciplina de Ciências Naturais, expostos nos Parâmetros Curriculares Nacionais, está o estímulo para que o aluno se desenvolva ativamente em benefício do meio ambiente por compreender o poder de transformação imbuído em suas ações, bem como pela percepção de sua própria conexão e dependência em relação ao ambiente natural (PCN - CIÊNCIAS NATURAIS, 1998, P. 7).

A natureza interdisciplinar intrínseca às ciências ambientais busca a criação de ambientes de aprendizagem propícios para que o aluno compreenda a relação de complexidade envolvida nas questões ambientais. O aluno deve entender que qualquer ação que envolva a exploração ou alteração dos recursos naturais, exige análise do ponto vista ambiental, social, político, econômico e cultural sob um contexto histórico. Bacci (2008 p. 2) diz que, sem a abordagem multidimensional exigida pela temática água, por exemplo, “não é possível enfrentar a fragmentação do conhecimento que predomina no ambiente escolar, impedindo a análise integrada de problemas reais, dificultando a relação de conceitos, procedimentos e atitudes nas diferentes disciplinas”. Seguindo esse mesmo raciocínio, Drummond e Barreto (2020, p. 131) dizem que, “se a ciência socioambiental quer assumir um papel original e inovador, tem que produzir uma leitura social da paisagem natural ou uma leitura natural da paisagem social”.

Uma boa ilustração contrária ao exposto é a falha de políticas públicas que ordenam o crescimento urbano ou que oferecem, por meio de programas sociais, o acesso à moradia àqueles menos favorecidos economicamente. Essa forma de omissão que, não controla o crescimento das cidades de forma desordenada e avança para as áreas de nascentes ou de recarga de aquíferos, pode gerar graves consequências futuras relacionadas com a falta de água ou a degradação do solo. Cadornin (2011, p.4) afirma que os problemas urbanos “são na verdade situações de risco que afetam tanto as questões relativas ao meio ambiente quanto aquelas relativas a saúde pública, ao bem estar social, tais como enchentes, risco de erosão e desmoronamento, assoreamentos severos, contaminação do lençol freático” etc.

No Brasil, é comum o crescimento urbano ocorrer nas periferias sem qualquer infraestrutura, onde seus moradores, sem acesso ao saneamento básico, poluem e, ao mesmo tempo, consomem água de má qualidade, “um retrato da exclusão social no Brasil” (CADORIN, 2011).

Outro ponto importante, dentro do ensino da água, seria compreender sua dinâmica de infiltração e escoamento no solo para evitar os alagamentos urbanos, que são impactos ambientais recorrentes nas capitais brasileiras (TUCCI, 2009). Integrado a este tema, é importante discutir que a recarga dos aquíferos subterrâneos é condição fundamental para garantir a perenidade da água em mananciais superficiais. Para tanto, se faz necessário compreender que, além dos aspectos políticos e tecnológicos, os condicionantes naturais do ciclo hidrológico perpassam pelos fatores geológicos, geomorfológicos e de condutibilidade hidráulica dos aquíferos (BORGHETTI et. al., 2004).

No entanto, os alunos do ensino fundamental, receptores desse conhecimento, apresentam dificuldades na compreensão das relações intrínsecas às alterações do ciclo hidrológico pelos ambientes urbanos (FRITZEN, M. e BINDA, A. L. 2011). Com a intenção de facilitar o entendimento dos estudantes a respeito deste tema, o objetivo desse trabalho é desenvolver uma maquete que promova o ensino do ciclo hidrológico de forma visual, lúdica e interativa, estimulando a compreensão dos alunos sobre a complexidade envolvida nas alterações hidrológicas pelo estabelecimento de cidades.

Por ser o Distrito Federal (DF) a menor unidade político-geográfica do Brasil, com a maior densidade demográfica do país (444,66 hab/km²), maior taxa de urbanização, chegando a 96,6% e, com um dos maiores déficits hídricos do país (ANA, 2019; IBGE, 2021), foi utilizado o ciclo hidrológico do DF (CAMPOS, 2004) e suas interferências antrópicas na construção da maquete. A maquete busca ilustrar os processos de precipitação, escoamento, infiltração em subsolo, evaporação e, sobretudo, os impactos da impermeabilização do solo tanto na recarga de aquíferos subterrâneos quanto na formação de alagamentos, além de incentivar a formação de opinião crítica referente aos paradigmas de drenagem ineficientes e apresentar formas alternativas de drenagem que respeitam o fluxo natural da água, o ecossistema local e a qualidade de vida de forma harmônica com o ambiente urbano.

Em paralelo, tem-se como objetivo específico testar a efetividade do recurso demonstrativo de maquete comparativa. No entanto, devido as medidas restritivas impostas pela pandemia do novo coronavírus, apresenta-se, aqui, uma sugestão de

utilização da maquete como ferramenta pedagógica em futura aula no projeto Parque Educador, com aplicação de grupo focal como método de pesquisa para a validação da mesma como recurso pedagógico.

A maquete fará parte do acervo de ferramentas pedagógicas do projeto de educação ambiental e patrimonial denominado Parque Educador. Fruto da parceria entre as Secretaria de Educação e Meio Ambiente, além do Instituto Brasília Ambiental, o projeto ocorre nos parques ecológicos do DF e servirá como modelo para o desenvolvimento de novos instrumentos pedagógicos capazes de gerar problematização, a partir de temas que fazem parte do cotidiano dos alunos. A ideia é que por meio das discussões relativas ao ciclo da água no ambiente urbano com perspectiva interdisciplinar desenvolva não somente a aprendizagem dos conteúdos como também o despertar para a hidroética, conceito para “a fase da evolução que amplia a consciência hídrica em direção à sabedoria humana, favorecendo, entre outros, a prática da interdisciplinaridade, o exercício da multissetorialidade, o diálogo, a cooperação e a fraternidade hídrica, evoluindo para a ética com água” (CISTOFIDIS, 2020 p. 102 apud CRISTOFÍDIS, 2009).

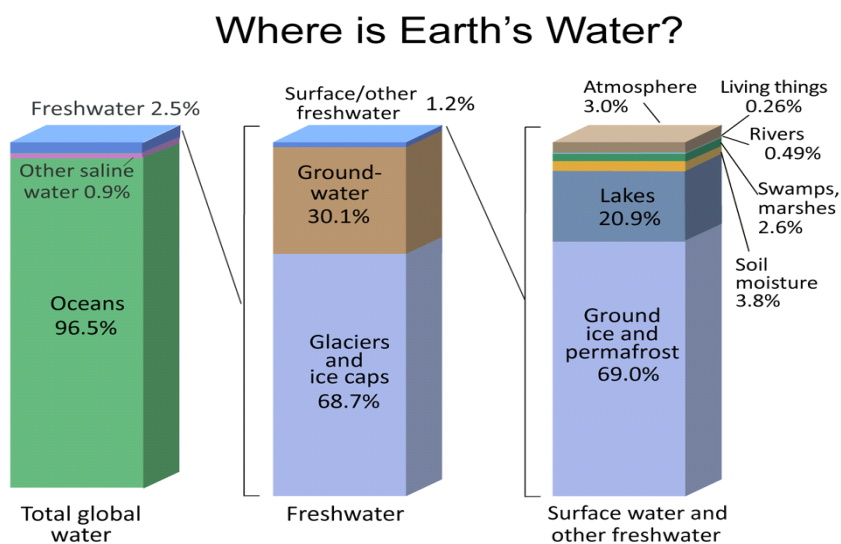
2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 - O Ciclo Hidrológico e a distribuição de água na Terra.

A água está presente em praticamente todas as ações e produções humanas, assim como está envolvida na história, na cultura e nos conflitos humanos. No entanto, ainda persiste o olhar fragmentado e cartesiano para as questões hídricas em diversos aspectos, incluindo a gestão e as normas da política ambiental que, para Redin (2012), se apresenta de forma técnica como componente isolado do seu contexto, sem abrangência dos conflitos socioambientais e culturais aos quais ela está envolvida.

Para dirimir essas questões, é basilar partir do entendimento do comportamento natural da água na superfície terrestre. A água, substância molecular formada por dois átomos de hidrogênio e dois de oxigênio, ocorre na Terra nos estados sólido, líquido ou gasoso em constante intercâmbio dessas fases, determinado pelas variações de pressão e temperatura em diferentes locais da superfície planetária, e que também justificam variações na composição química de sais minerais nela dissolvidos, além de matéria orgânica e outros componentes. Quantitativamente, o volume de água na superfície do

planeta tem se mantido constante desde seu aparecimento nos primórdios de formação do planeta (KARMAN, 2008), entretanto, sua distribuição, segundo dados de Shiklomanov e Rodda (2004), citados pelo Serviço Geológico Americano (USGS, 2019 - Figura 1), varia entre 96,5% nos mares e oceanos como água salgada, 0,9% ainda ocorrem como outras águas salobras e 2,5 % nas áreas terrestres como água doce. Desses 2,5% de água doce, a maioria que corresponde a 68,7% está na forma sólida em geleiras, enquanto os 30,1% estão no subsolo e, a minoria que seria 1,2% é água doce líquida, gasosa ou sólida em superfície. Por sua vez, essa minoria de água doce se distribui em grande parte no *permafrost* com 69%, 20,9% em lagos, 3,8% na composição dos solos, 3,0% na atmosfera, 2,6% em pântanos ou áreas encharcadas, 0,49% em cursos d'água e, 0,26% em seres vivos.



Credit: U.S. Geological Survey, Water Science School. <https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school>
 Data source: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. (Numbers are rounded).

As mudanças dos estados físicos da água estão interligados e caracterizam o Ciclo Hidrológico da água (KARMAN, 2008).

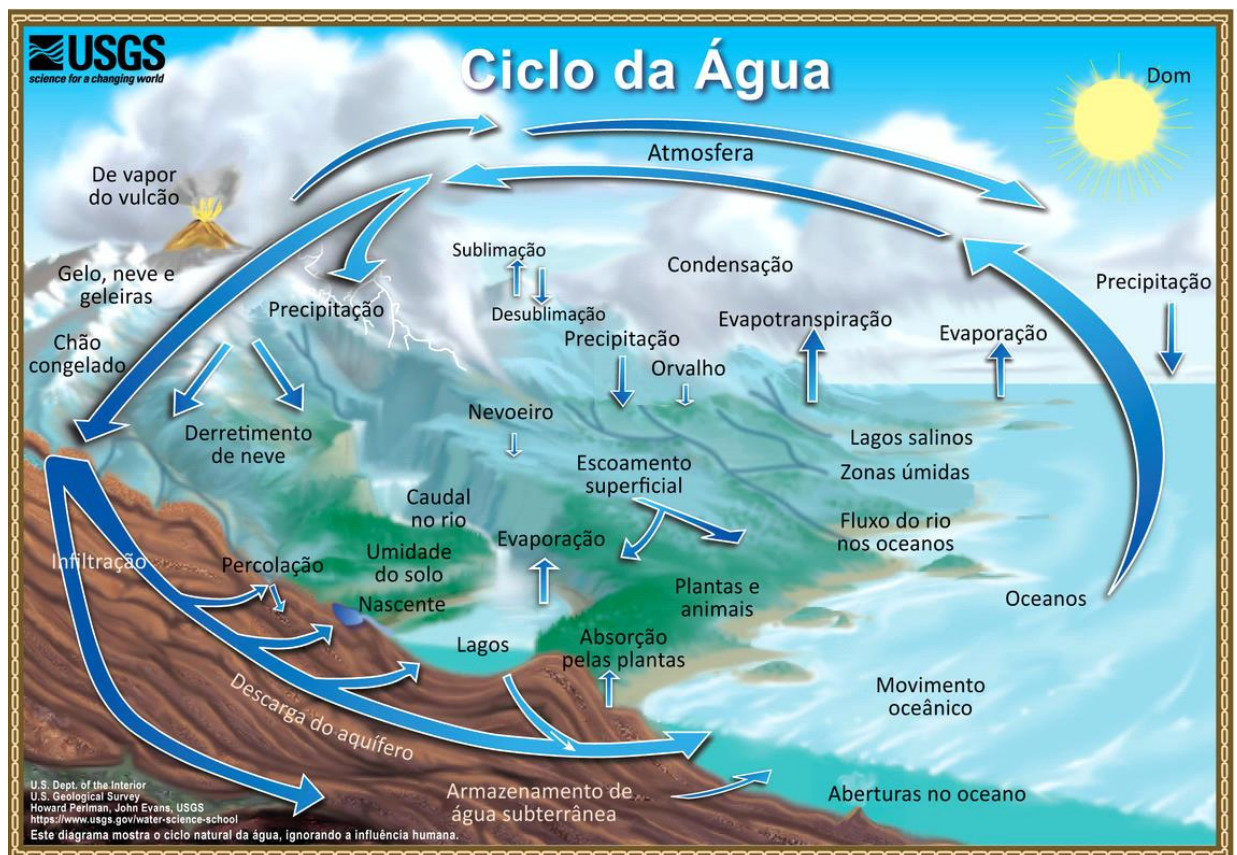


Figura 2. Ciclo hidrológico; modelo com todas suas fases. As fases do ciclo não necessariamente obedecem uma mesma seqüência contínua, podendo o ciclo ser diverso a depender do caminho do fluxo de água a ser considerado que por sua vez depende do clima

Considerando-se um ambiente tropical do Centro-Oeste brasileiro, o fluxo da água nesse ciclo consiste em, após a precipitação na forma líquida, tomando-se a precipitação pluviométrica como início arbitrário do ciclo, ser interceptada pela vegetação e uma vez no solo/rocha, parte desta, infiltrar no solo/rocha; uma outra parte pode ainda evaporar ou evapotranspirar e/ou escoar pela superfície. Ao infiltrar, a água abastece inicialmente a vegetação (quando houver) e, posteriormente, sustenta as águas subterrâneas que podem, junto com o escoamento superficial, alimentar cedo ou tarde os cursos d'água superficiais e esses, por sua vez, deságuam nos maiores reservatórios de água, os oceanos, cujas águas ao se evaporarem fornecem vapor para as nuvens, que uma vez saturadas, precipitam como chuva fechando o ciclo hidrológico. A evaporação e evapotranspiração, em terra firme, somam-se à evaporação de todo corpo d'água da superfície terrestre e essas etapas do ciclo hidrológico junto à infiltração possuem a função de filtragem dos elementos dissolvidos nas águas, tornando-a doce e/ou potável.

E enquanto a precipitação, escoamento superficial e evaporação/evapotranspiração podem ser rápidos em termos cronológicos, as demais fases podem ser extremamente longas em tempo e o armazenamento em geleiras ou, águas subterrâneas, podem durar até milhões de anos.

O conhecimento das características físicas, químicas, biológicas e cíclicas da água ao longo da história terrestre possibilita a reflexão sobre a existência ou não da relação direta entre a disponibilidade de água natural limpa e as interferências antrópicas em alguma das fases do ciclo. Dessa forma, facilita-se a percepção se a quantidade e modo de uso, contaminação e descontaminação da água, nos processos antrópicos, estão em concordância com os processos naturais que beneficiaram e continuam favorecendo o planeta e sua vida, incluindo o ser humano.

2.1.2- Interferências do meio urbano no ciclo hidrológico.

A compreensão de como as atividades antrópicas urbanas podem afetar o ciclo benéfico da água constitui outra variável tão importante quanto o entendimento do próprio ciclo. Essa variável tornou-se mais nítida após o crescimento exponencial da população humana sobre o planeta, demonstrando que as ações antrópicas que sustentam o estilo de vida moderno baseado no desenvolvimento, no consumo e em aglomerações urbanas, têm afetado o ciclo hidrológico e ameaçado a disponibilidade hídrica em condições ideais para o consumo.

A urbanização com suas construções habitacionais e comerciais, além da pavimentação, interrompe o fluxo natural do ciclo hidrológico em determinados pontos, afetando a qualidade e a quantidade das águas no ecossistema. Essas mudanças no ciclo hidrológico natural, levaram à criação de sistemas urbanos de drenagem artificial entre os quais, o mais comumente encontrado no Brasil, é o sistema tradicional. Ele consiste em valas localizadas ao longo das vias pavimentadas que captam a água de precipitação que escoar após a interceptação pela impermeabilização. Depois de recolhida por essas valas denominadas sarjetas, a água é conduzida por galerias até serem despejadas nos rios que circundam as cidades. (CRUZ *et al.*, 2001). Nesse sentido, a interferência que desconsidera o comportamento da água anterior à ocupação, se traduz em dois extremos: alagamentos ou escassez, a depender da estação.

Com a impermeabilização por meio de telhados, ruas, calçadas e pátios, a água que infiltrava, diminuindo, assim, o volume de água que seria filtrada e alimentaria as águas subterrâneas, passa a escorrer pelos condutos aumentando o escoamento superficial e conseqüentemente sua contaminação. Ainda, o volume que anteriormente escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, após a urbanização passa a escoar pelas superfícies impermeáveis com maior velocidade exigindo maior capacidade do sistema de drenagem artificialmente construídos que irão despejá-las em um corpo hídrico final (BRAGA, 2003 e TUCCI, 2005).

Ademais, muitas das vezes, os sistemas de drenagem artificiais urbanos, cujas entradas iniciais são as bocas de lobo, são erroneamente compreendidos como depósitos de materiais sólidos descartados pelos humanos, no que acarreta constantemente no seu entupimento que leva, por sua vez, a alagamentos urbanos pela impossibilidade do escoamento superficial. Uma das maiores conseqüências dessa sequência de atitudes equivocadas, é a contaminação substancial das águas e o empecilho para que as mesmas retornem ao ciclo de forma sustentável. Segundo Braga (2003), a urbanização modifica não só o ciclo hidrológico diretamente, mas o solo, a geomorfologia, a vegetação, a fauna, a hidrografia, o ar e o clima, criando novas paisagens e novos ecossistemas e, evidenciando, claramente, a relação sistêmica de funcionamento dos processos naturais os quais demandam nossa atenção.

Essa forma usual de drenagem tem sido uma ameaça ao homem e ao ecossistema do corpo hídrico receptor (SOUZA, 2005), onde o resultado desse processo muitas vezes é a sobrecarga do sistema que pode ser agravado quando somado à problemática dos resíduos sólidos que obstruem os pontos de drenagem, gerando alagamentos nos momentos de altos índices pluviométricos, a ineficiência na recarga de águas subterrâneas e a poluição da água por se misturar com impurezas ao longo do escoamento, aumentando assim o risco de transmissão de doenças como dengue, leptospirose, doenças diarreicas agudas e tétano. Além disso, são frequentes acidentes como traumas físicos, afogamentos, choque elétrico e agravos na saúde mental advindos de traumas psicológicos como depressão, transtorno psicossocial, estresse pós- transtorno, insônias, fobias, entre outros. (CRISTOFIDIS, 2019).

As estratégias tradicionais de drenagem se baseiam na promoção de higienização, pois as águas da chuva se misturam aos resíduos sólidos, aos esgotos não coletados para tratamento, aos metais pesados, além de outros elementos tóxicos não degradáveis. Assim, como meta da higienização, deseja-se retirá-la o mais rápido possível da cidade,

contaminando também os corpos d'água, a jusante que as recebem (Cruz, 2001, *et al*). Carvalho (2003) diz que, para o campo encaminham os resíduos do metabolismo urbano, ou seja, a água da chuva que fica poluída é “expulsa” da cidade o mais rápido possível, sendo enviada para o campo, seguindo o curso natural da bacia hidrográfica.

No entanto, estudos técnicos apontam que quanto mais distante o tratamento de água se encontrar da fonte, menor a relação custo-efetividade das medidas (NASTT, 2005). Por isso a crítica referente à prática equivocada de drenagem convencional, que utiliza medidas focadas na reação em detrimento da prevenção e na diluição em efluentes, ao invés de concentração seletiva e reuso (NIEMCZYNOWICZ, 1993; PYZOHA, 1994 APUD SOUZA, 2005). Cristofídis (2019), diz que o sistema tradicional de drenagem é caracterizado pela “privatização dos benefícios e socialização dos custos”, devido às necessidades constantes de ampliação e manutenção onerosas e “predominância das medidas de comando e controle” (CRISTOFÍDIS, 2019. p. 98).

Tucci (2005), afirma que uma das principais limitações para o desenvolvimento da sociedade é a falta de abastecimento e saneamento, com ar e água poluídos, além das inundações em áreas com grande concentração populacional, problemas cada vez mais frequentes nas cidades brasileiras devido à expansão urbana sem planejamento e infraestrutura adequada. E acrescentamos a defasagem de educação ambiental do ser humano.

Somado aos problemas na saúde pública pelos alagamentos, se tem os prejuízos de ordem social, como perda de residências, veículos, alimentos e água potável; da mesma forma, podem haver danos socioeconômicos, quando atingem também os comércios direta ou indiretamente.

Braga (2003) ressalta que, o excesso de áreas pavimentadas e a diminuição de áreas verdes nas cidades, causam ilhas de calor que estão associadas ao aumento da pluviosidade urbana no verão, contribuindo num círculo vicioso para o acirramento do problema das enchentes, além de outro problema climático como a desumidificação causada, sobretudo, pela diminuição da evapotranspiração com a eliminação da vegetação, além do risco de seca pela redução na recarga de aquíferos.

O autor, acima, ressalta ainda a importância das Leis de Zoneamento Urbano incorporarem diretrizes de proteção e controle ambiental no ordenamento territorial, para o uso e a ocupação de áreas sujeitas à inundação ou de alta relevância no ciclo hidrológico, como as áreas de recarga de aquífero e áreas de nascentes.

O Zoneamento Ecológico Econômico, do DF de 2017, aborda a temática recomendando:

Estimular a adoção de novas tecnologias edilícias e arquitetônicas referentes à eficiência energética e ao reuso de água; assegurar a implantação do Sistema de Áreas Verdes Permeáveis Intra-urbanas, como parte da estratégia de manutenção da permeabilidade do solo, infiltração, recarga, manejo de águas pluviais e melhoria do microclima urbano, atendendo às especificidades de cada subzona; conferir prioridade máxima ao monitoramento, controle e fiscalização do parcelamento irregular do solo, especialmente nas áreas de contribuição de reservatórios, Áreas de Proteção de Mananciais – APM e Unidades de Conservação; (ZEE, 2017 p. 65).

2.1.3 - Mitigações sustentáveis do ciclo hidrológico em áreas urbanas

Douglas Farr descreve em seu livro, “*Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a Natureza* (2013), as ideias de Ian L. McHarg, que foi um arquiteto paisagista escocês pioneiro no conceito de planejamento ecológico. A publicação do conceituado livro, *Design with Nature* (1969), de McHarg, apresentava aplicações de métodos ecológicos na arquitetura devido à sua preocupação ambiental. No entanto, McHarg ignorava as cidades destacando suas paisagens desagradáveis. Essa visão fez com que seu foco se voltasse para as áreas virgens periféricas. Quando era questionado sobre o seu desprezo por sistemas humanos e cidades, ele respondia que, ao longo de sua graduação em Harvard, percebeu que havia uma desarmonia entre a economia, a ecologia, a sociologia e a história, enquanto o governo e as leis ignoravam o meio ambiente e, mediante sua impossibilidade de conciliar as ciências sociais e a ecologia, preferiu excluir o assunto (FARR, 2008 p. 13).

Atualmente, a perspectiva se que tem acerca dos temas complexos é bem diferente daquela adotada por McHarg. Hoje sabe-se da impossibilidade de se lidar com problemáticas sistêmicas ignorando parte dela. A complexidade intrínseca aos problemas ambientais impede a separação entre as ciências humanas e as ciências naturais. Drummond e Barreto (2020) afirmam que, para entender as relações sociais, há de se observar o ambiente natural. Assim como para compreender a situação ambiental, há de se considerar as relações sociais.

Douglas Farr, em seu livro acima citado, traz créditos e ao mesmo tempo refuta a ideia de McHarg, ao passo que traz a importância do planejamento das cidades para a conservação do meio ambiente e o bem estar social, enquanto sugere diversas

possibilidades de integrar a sustentabilidade dos recursos naturais com as áreas urbanas. A análise do impacto urbano sob o ciclo hidrológico, aponta como possível solução os modelos de cidades mais adensadas, que suprem a demanda por moradias com espaços reduzidos (FARR, 2013). No entanto, existem inúmeras cidades já estabelecidas, adensadas ou não, com uma infinidade de problemas ambientais, inclusive relacionados com a água, que precisam ser mitigados, senão resolvidos. Analisando a frase do pensador Buckminster Fuller, “Você não promove mudanças lutando com o que já existe. Para mudar algo, construa um modelo novo que transforme o existente obsoleto”, que Douglas Farr e certamente muitos autores citados a seguir se basearam para propor mudanças e quebrar paradigmas aos quais se baseiam as formas de drenagem urbana usuais no Brasil.

Diversos países desenvolvidos como EUA, Austrália e alguns países europeus, conscientes da ineficiência do sistema tradicional de águas pluviais, investem em formas mais sustentáveis que respeitam o processo natural de infiltração da água no solo a fim de minimizar os impactos causados pelo aumento de áreas urbanizadas.

Seu desenvolvimento é feito através da observação do comportamento natural da bacia, procurando recuperar funções perdidas durante a urbanização ou compensar os efeitos da urbanização sobre os processos componentes do ciclo hidrológico, ou seja, precipitação, interceptação, infiltração, evapotranspiração e geração do escoamento superficial. Neste sentido, cada alteração provocada no meio natural deve significar uma compensação para os efeitos gerados. (CRUZ, 2001 p. 07).

Dentre os sistemas alternativos que mais se destacam na gestão de águas urbanas, segundo Huergo (2015) são: o *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), modelo australiano, o *Low Impact Development* (LID), modelo disseminado nos Estados Unidos e Canadá e o *Sustainable Drainage Systems* (SUDS), modelo europeu.

Os métodos variados consistem na otimização do uso das águas pluviais com (i) a reutilização delas por meio de sistemas de captação, no que diminui ao mínimo possível a utilização dos serviços de abastecimento público, ou pela (ii) promoção de ações que induzem a infiltração da água no solo por meio de recursos paisagísticos como valas (Figura 3), trincheiras (Figura 4), bacias de infiltração (Figura 5), pavimentos drenantes (Figura 6), poços de infiltração (figura 8) e jardins de chuva (CRUZ, 2001 *et al*, CRISTOFÍDIS, 2010 *et al*; CARVALHO, 2010 *et al*; SOUZA, 2012 *et al*; HUERGO, 2015 *et al*).

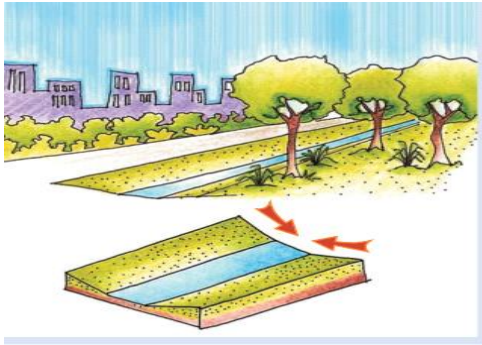


Figura 3: Vala de infiltração.
Fonte: CARVALHO (2010)

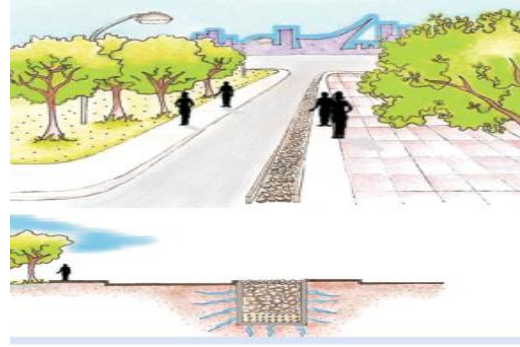


Figura 4: Trincheira de infiltração.
Fonte: CARVALHO (2010)



Figura 5: Bacia de infiltração
CARVALHO (2010)



Figura 6: Pavimentos drenantes,
CARVALHO (2010)

Pequenas estruturas drenantes, ou de retenção instaladas em residências, são utilizadas para o controle de água na fonte, ou seja, são “soluções para o problema de drenagem sem a sua transferência de um ponto a outro da bacia, pois promove a redução e a retenção do escoamento, desonerando os sistemas tradicionais existentes e evitando a sua ampliação” (CRUZ,2001 p. 3) e, desta forma, se minimiza o impacto urbano no ciclo hidrológico. Para tal são empregados sistemas de captação em telhados, poços de infiltração (Figuras 7 e 8), seixos de areia ou telhados verdes em casas ou edifícios.

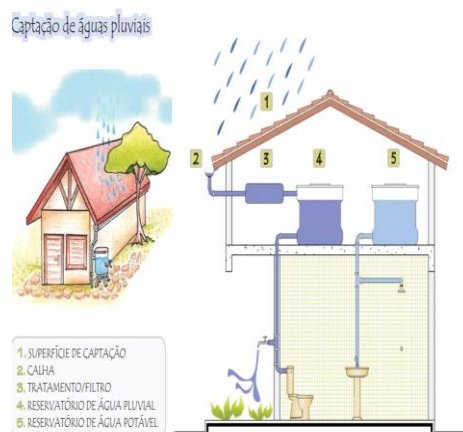


Figura 7: Sistema de captação de água da chuva
Fonte: CARVALHO (2010)

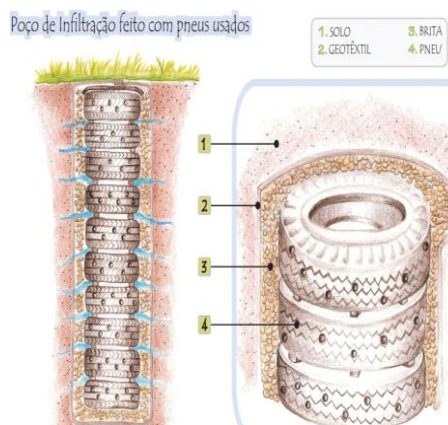


Figura 8: Poço de infiltração
Fonte: CARVALHO (2010)

A água da chuva pode ser captada por tubulação independente e usada como fonte não potável para descarga de sanitário, lavagem de carros e pisos, irrigação de jardim etc. (CARVALHO, 2010).

Aquelas soluções de maior grandeza e mais centralizadas podem ser vinculadas a paisagismos urbanos que, além de contribuir como alternativas de drenagem, recriam cenários agradáveis como os ambientes naturais melhorando espaços de convivência e ajudando na criação de um microclima mais proporcional ao bem estar. (CRUZ, 2001, e Carvalho, 2010).

De acordo com Tucci (2012) e Cruz (2001), no Brasil, somente após a década de 1990, as estratégias de armazenamento começaram a ser usadas em algumas cidades como Belo Horizonte, Guarulhos, São Paulo, Porto Alegre e no DF. Entretanto, a maior parte dessas estratégias estão restritas a bacias de detenção para o amortecimento de cheias, nem sempre harmonizando com o ambiente urbano.

Recentemente, de acordo com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), tem sido implementado na cidade de São Paulo experimentos com jardins de chuva, que compreende em “depressões dos terrenos que podem ser tanto artificiais quanto naturais, e contribuem com a retenção e infiltração do escoamento superficial das águas da chuva” (USP, 2020). Os jardins de chuva fazem parte de um paradigma recentemente alcançado que utiliza as funções naturais como solução para resolução de problemas, as “Soluções Baseadas na Natureza” (SBNs).

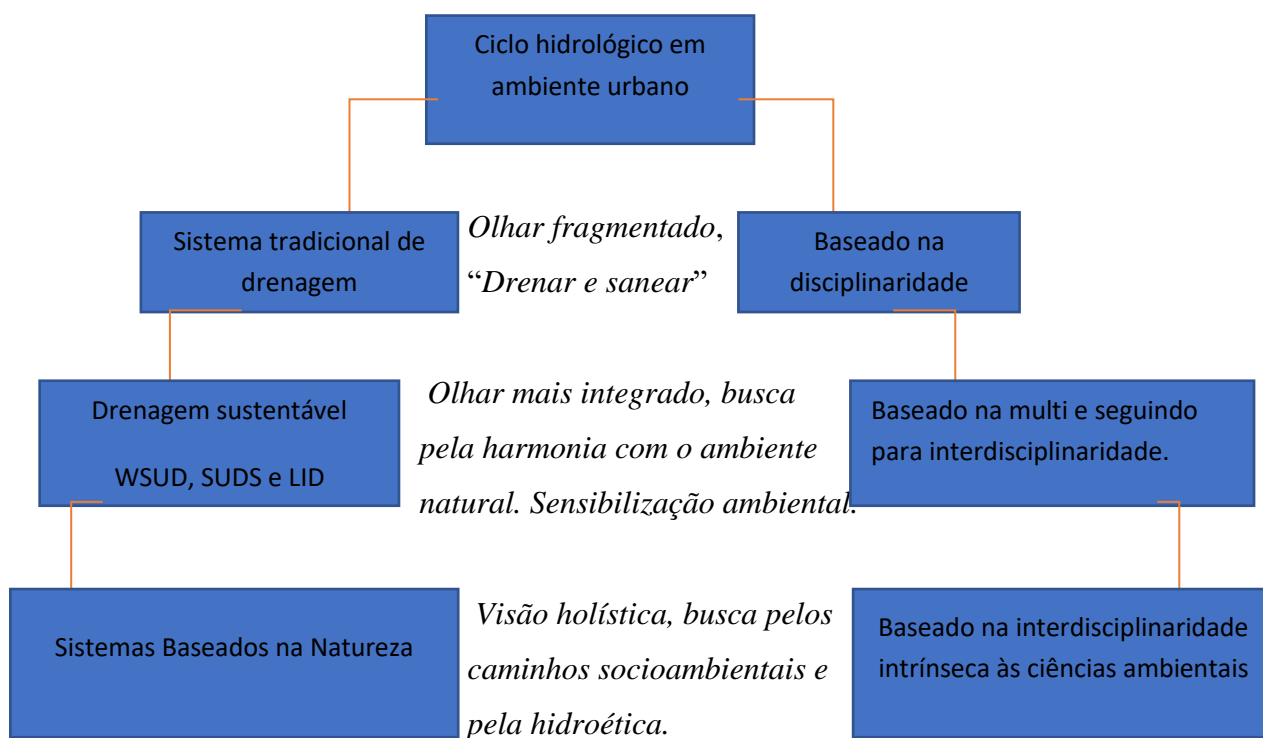
Cristofídis (2019), afirma que as SBNs fazem parte de uma percepção mais profunda relativa aos ecossistemas. Nele se cultiva o respeito e a sintonia do ciclo hidrológico com todos os seus componentes como solo, rochas, relevo, flora, fauna e os

relaciona com as infraestruturas cinzas, aquelas que demandam obras e equipamentos a fim de gerar benefícios de ordem social, ambiental e econômica. Esta nova abordagem

internalizam um modo de pensar e de atuar que inclui a diversidade humana e ambiental, as coletividades, com repercussões imediatas na saúde dos ambientes e nos corpos hídricos em seus diversos ciclos ... e de modo considerável à saúde humana (CRISTOFÍDIS, 2019, p. 102).

A educação, a sensibilização, a comunicação e capacitação referente ao ciclo da água em ambientes urbanos, são pré requisitos para a fase de “ampliação da consciência hídrica em direção à sabedoria humana, favorecendo a prática interdisciplinar” (CRISTOFÍDIS, 2019, p. 102).

Organograma inspirado nas apreciações de Cristofidis (2019) em relação às fases da evolução humana quanto ao ciclo da água em meio urbano.



De acordo com o Relatório Mundial da ONU sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos lançado em 2018, “as SbN trabalham com a natureza, não contra ela e por isso oferecem meios essenciais para ir além das abordagens tradicionais para aumentar os ganhos em eficiência social, econômica e hidrológica, no que diz respeito à gestão da água” (ONU, 2018, p. 2). O relatório ainda esclarece que, apesar do

conhecimento disponível e das experiências comprovadamente eficientes produzidas pelas soluções alternativas, sua aplicação em políticas de gestão dos recursos hídricos ainda é pouco considerada. As estimativas apontam que menos de 1% do investimento total em infraestrutura, para a gestão dos recursos hídricos, estão de acordo com as SBN (ONU, 2018).

No Brasil, uma das diversas dificuldades referentes à implementação de sistemas de drenagem sustentáveis vem sendo a sensibilização das autoridades responsáveis na gestão urbana, que ao longo de toda a história adotaram o sistema tradicional de drenagem.

Infelizmente os engenheiros não se atualizaram e não compreenderam o problema no seu conjunto. A própria universidade preparou toda uma geração de profissionais com conceitos errados sobre drenagem. Somente recentemente esse panorama está sendo modificado, mas ainda existe uma geração de profissionais desatualizada que continua praticando e ensinando os conceitos inadequados de drenagem urbana, com isso agravando ainda mais os problemas nas cidades. (p. 20 Tucci, 2012)

Assegurar a permeabilidade do solo, a fim de permitir a percolação das águas da chuva, para o reabastecimento dos reservatórios subterrâneos naturais, é uma das ações mais importantes para conservação das águas, pois esta, futuramente, após infiltrada e armazenada no subsolo, retornará à superfície por meio das nascentes (ZEE- DF, 2017).

Muitas cidades brasileiras sofrem com falta d'água em períodos de estiagem e, em contrapartida, arcam com enormes prejuízos socioambientais causados por alagamentos nos períodos chuvosos. Nessa perspectiva, as técnicas de drenagem que podem mitigar as intervenções negativas no ciclo hidrológico e, que afetam o ecossistema e a qualidade de vida humana, devem ser mais discutidas no âmbito social e no contexto escolar. Talvez, melhor seria, se fossem introduzidas de forma lúdica e interativa desde a mais tenra idade nos espaços educativos e educacionais.

Posto isso, ressalta-se que aspectos como esses devem ser considerados como diretrizes norteadoras fundamentais para as formas de ocupação do solo pelo homem. Loureiro (2003) diz que quando o ensino técnico-científico resulta em um aprendizado satisfatório o indivíduo adquire maior consciência de si mesmo e a capacidade de intervir no ambiente de modo qualificado.

As abordagens acerca do ensino do ciclo hidrológico em áreas urbanas devem ser íntegras, no sentido de proporcionar a visão de complexidade sustentada pelo tripé. As questões ambientais envolvem a água em quantidade e qualidade, sua relação com as áreas verdes, solo e rochas, além do saneamento urbano. As problemáticas sociais envolvem, por exemplo, o desenvolvimento das cidades e a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos em consonância com a apropriação da água como recurso vital e elemento cultural. No setor econômico, por disseminar práticas de reuso e valorização do fluxo natural para gerar sistemas eficientes e redução de prejuízos.

2.1.4 - Aspectos fisiográficos e o Ciclo Hidrológico atual do Distrito Federal

O Distrito Federal (DF) brasileiro (Figura 9) tem seu ciclo hidrológico atual influenciado por diversos fatores como aqueles citados por Lima (2018, p.24), que “além da distribuição da chuva, fatores como relevo, tipo de solo, vegetação, uso e ocupação do solo e uso da água, podem influenciar diretamente nos processos de geração de vazão em uma bacia hidrográfica”.

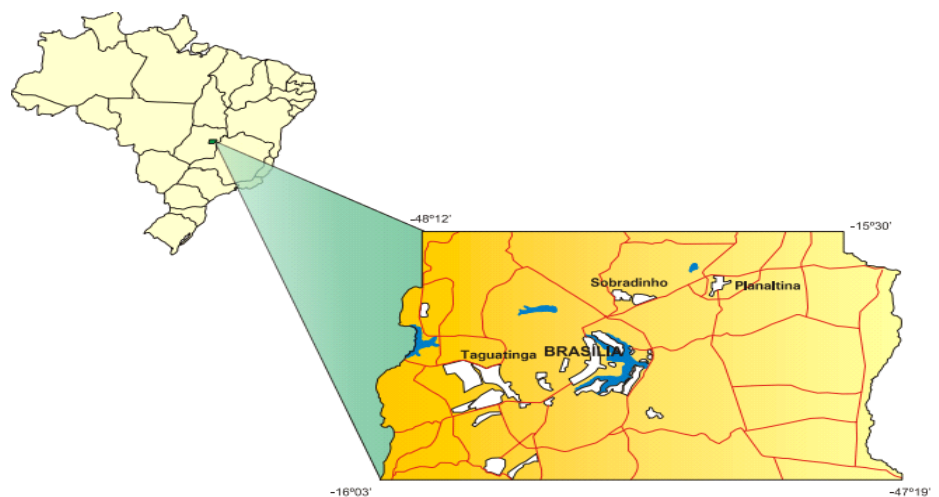


Figura 9. Localização do DF no mapa do Brasil.

A geologia do DF compreende o fator mais antigo a influenciar o ciclo hidrológico da região; as rochas do território são entendidas como rochas derivadas da acumulação de partículas – rochas sedimentares, em um antigo litoral continental de clima tropical, quando ainda só existiam microrganismos nos mares (FREITAS - SILVA e CAMPOS 1995; 1998; SEER *et al.*, 2001; VALERIANO *et al.*, 2004; SIAL *et al.*, 2009). Nesta

época se formaram então arenitos, siltitos, argilitos e calcários com e sem fósseis de algas. Datações indicam uma idade média de 1.5 bilhões de anos para a formação das rochas desse litoral (PIMENTEL *et al.*, 2001; RODRIGUES *et al.*, 2010; MATTEINI *et al.*, 2012). Essas rochas foram submetidas, posteriormente, a esforços colisionais de continentes entre 800 a 500 milhões de anos atrás (BRITO NEVES *et al.*, 1999; 2014; D'EL REY *et al.*, 2011), transformando-as em rochas metamórficas, mas que não sofreram grandes modificações, o que possibilitou a identificação delas como anteriormente sedimentares. A despeito do reconhecimento da origem litorânea anterior, as posteriores rochas metamórficas, denominadas então como quartzitos, metassiltitos, meta-argilitos e meta-calcários, sofreram modificações físicas como dobramentos (deformação dúctil) e fraturamentos (deformação rúptil) durante suas formações, mesmo num grau baixo de metamorfismo. Essas deformações ocorreram em direções compressivas, distintas e sequenciais, que provocaram interferências deformacionais entre elas, no que resultou na disposição das rochas em altos e baixos (domos e bacias) semelhante a uma caixa de ovos. Desde então toda a região vem sendo submetida ao intemperismo – degradação climática das rochas ao longo do tempo por fatores físicos, químicos e biológicos - que modelou o relevo, a formação dos solos, o comportamento dos cursos d'água e das águas subterrâneas e determinou a vegetação. Em termos de deformações, essas rochas ainda apresentam fraturas de alívio que foram geradas pela erosão, retirada ao longo do tempo de uma sequência de rochas que se encontrava sobreposta às demais. E ainda sofreram deformações advindas da abertura do Atlântico a partir de 250 milhões de anos atrás, caracterizadas por fraturas e falhas.

A fisiografia atual remanescente no DF corresponde ao lapso de tempo dos últimos 100 milhões de anos, enquanto aspectos anteriores do relevo foram totalmente erodidos.

A disposição e sequenciamento de formação dos tipos de rochas do DF foram determinadas por vários estudiosos que definiram em planta as ocorrências das próprias, agrupadas sob a denominação de grupos, como disposto na Figura 10. Campos *et al.*, (2013) apresentaram um estudo pormenorizado dos sistemas deposicionais e evolução sedimentar das rochas mais frequentes no DF, agrupados sobre o nome de Grupo Paranoá. Dardenne (2000) e Valeriano *et al.* (2004) descreveram o Grupo Canastra. Seer *et al.* (2001) classificaram as rochas do Grupo Araxá, enquanto Sial *et al.*, 2009 descreveram o empilhamento de rochas do Grupo Bambuí.

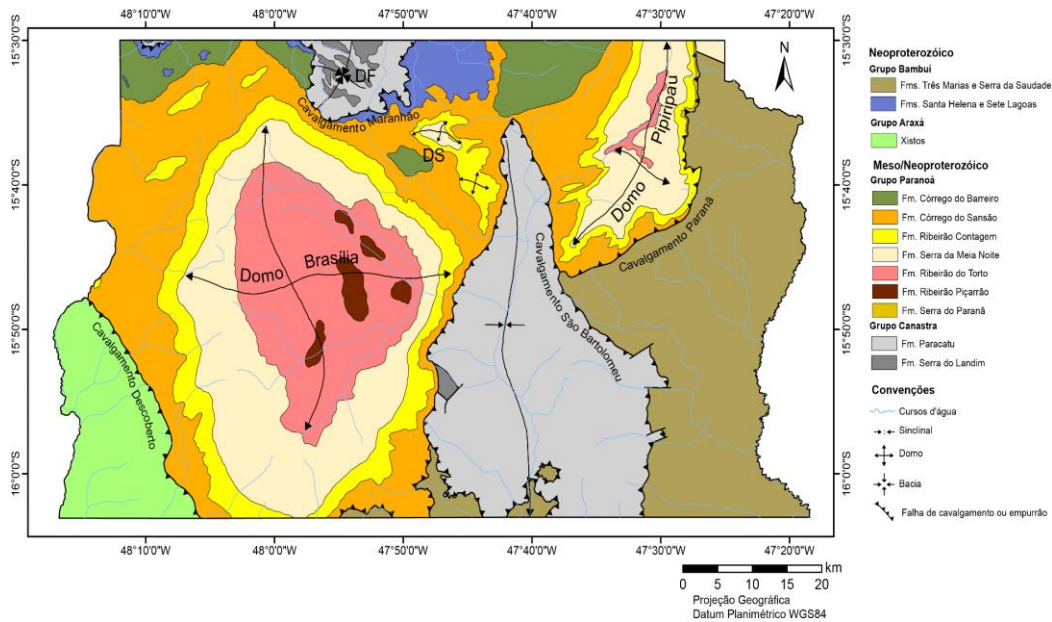


Figura 10 disposio e sequenciamento de formao dos tipos de rochas do DF (Modificado de Campos 2010)

Nos dias atuais, o topo dessas formas (domos)  geralmente limitado por chapadas (planos) em dois diferentes níveis de altitude, que se formaram pelo desgaste das rochas nos últimos 100 milhões de anos, caracterizando um dos padrões de relevo de planalto tpico do centro-oeste (EMBRAPA, 2004;). Entre os altos topográficos encontram-se baixios com declividades maiores (vales, rebordos e rampa) (Figura 11).

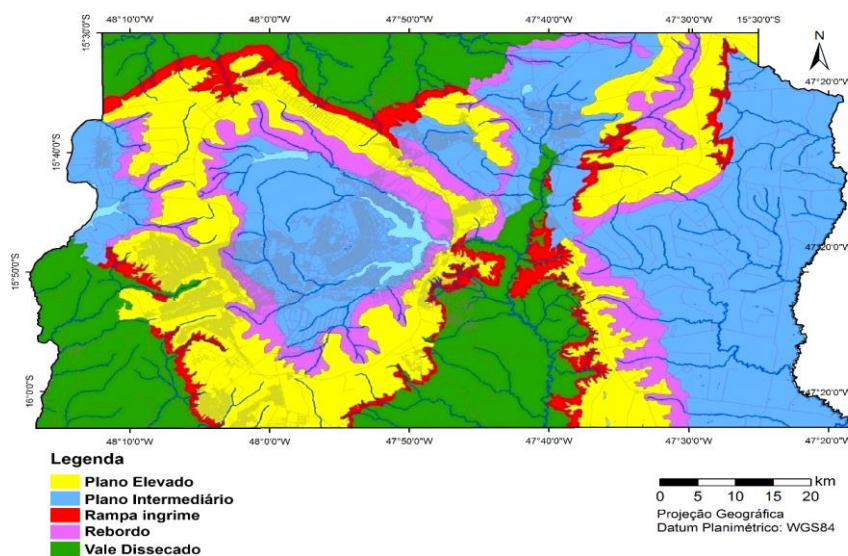


Figura 11. Compartimentao geomorfológica do Distrito Federal. Adaptado. Fonte: GDF (2012)

Nas regiões mais planas do DF (topo dos domos), desenvolveu-se e foram preservados perfis de solos mais espessos em comparação com as áreas de declive acentuado, às expensas da alteração das rochas metamórficas submetidas às variações do clima e que hoje estão geralmente em subsolo. Da mesma forma os diferentes tipos de rocha, sua disposição e evolução do relevo, definiram sete diferentes bacias hidrográficas (Figura 12) que, por estarem num alto topográfico do centro do Brasil, alimentam três grandes bacias hidrográficas brasileiras: Tocantins/Araguaia, São Francisco e Paraná. “O fato de estarmos num planalto, ou seja, região de terras altas, favorece que as águas daqui se dispersem para outras regiões”, o que lhe define como “berço das águas” (SEDUMA/DF, 2007).

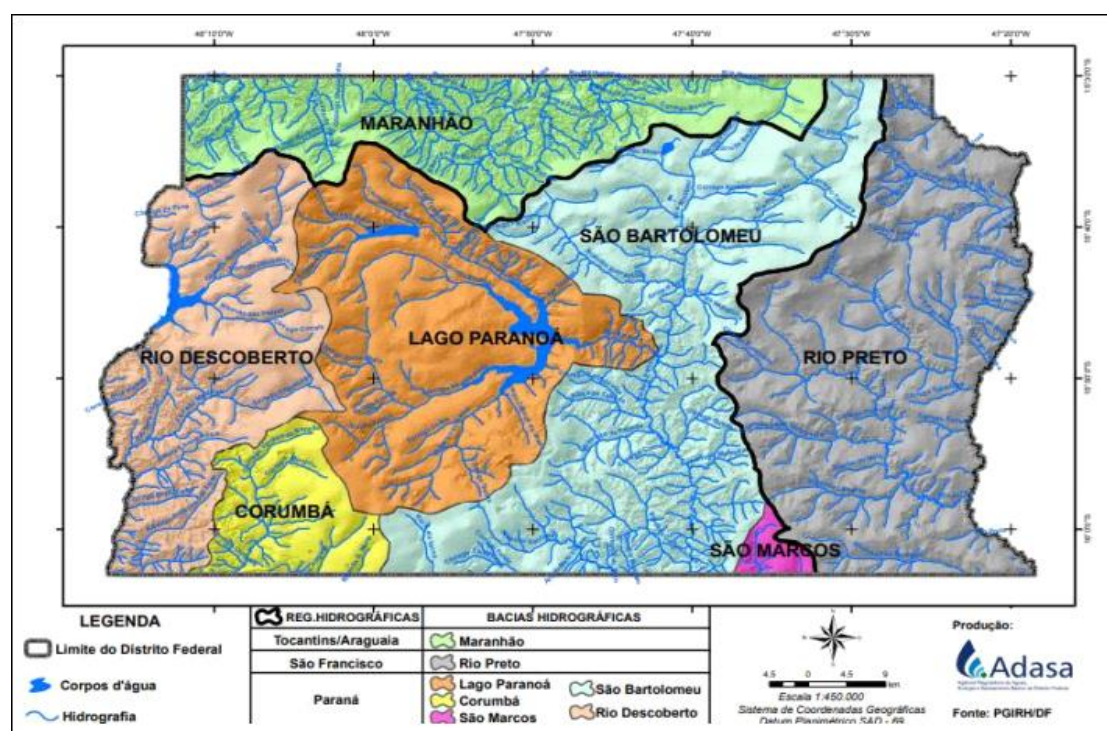


Figura 12. Bacias hidrográficas cujas águas nascem no Distrito Federal.

Com relação às águas subterrâneas, foram definidos dois domínios distintos (CAMPOS, 2004): poroso e fraturado. O domínio poroso ocorre nos solos formados nos últimos 100 milhões de anos sobre as rochas da região (e que dão-se em maior parte nas regiões de chapada), enquanto o domínio fraturado, abaixo do primeiro, sucede-se nas rochas fraturadas pelas deformações compressivas e extensivas de milhões de anos atrás.

Ao longo do processo de desgaste sobre as rochas do DF, o clima variou entre úmido e seco, por algumas vezes, até os dias de hoje; segundo a classificação climática

de Köppen (KÖPPEN; GEIGER, 1928), no DF atual podem ocorrer, em função de variações de temperaturas médias e de altitude, três climas distintos, quais sejam:

Tropical Aw (clima tropical com estação seca no inverno) que ocorre nas bacias dos rios São Bartolomeu, Preto, Descoberto/Corumbá, São Marcos e Maranhão, onde as cotas altimétricas estão abaixo de 1000 m e a temperatura mais baixa não ultrapassa os 18°C;

Tropical de Altitude Cwa que ocorre nos Planos Intermediários de Brasília, entre as cotas de 1.000 a 1.200 m e com temperaturas, no mês mais frio, inferiores a 18°C e com média superior a 22°C, no mês mais quente;

Tropical de Altitude Cwb dos Planos Elevados da Contagem com cotas altimétricas acima de 1.200 m, com temperaturas no mês mais frio inferiores a 18°C e, com média superior a 22°C, no mês mais quente.

O DF participa da dinâmica hídrica do país, devido à sua localização em um trecho do cerrado brasileiro. Seu sistema hidrográfico possui drenagens características de área de planalto. A vegetação do DF é composta predominantemente por cerrados (90% do seu território), no qual é possível encontrar diversos tipos de fitofisionomia, “desde árvores de grande porte até ervas esparsas, formando um mosaico de vegetação de Matas de Galerias e Ciliares em torno das drenagens e rios” (EITEN, 1994 *apud*; EMBRAPA, 2004). O sistema radicular encontrado em sua vegetação favorece a percolação da água no solo. Essa característica vem do fato de que a disponibilidade de nutrientes e água limitaram o crescimento da vegetação do cerrado, fazendo com que suas plantas investissem no desenvolvimento de suas raízes que têm o dobro do seu tamanho do restante da planta (GLEESON & TILMAM 1992 *apud*; FURQUIM, 2018). Além de longas, estas raízes são extremamente ramificadas e volumosas, formando um emaranhado radicular abaixo do solo, como uma espécie de esponja, que retém a água necessária para a hidratação das plantas nos períodos de estiagem. Nas estações chuvosas, o acúmulo de água nas raízes encharcadas provoca o vazamento do excedente, que atinge os aquíferos subterrâneos e alimenta as nascentes, que são fundamentais para a perenidade dos aquíferos superficiais. Assim, o cerrado funciona como uma caixa d’água que armazena e libera a água aos poucos, alimentando as regiões hidrográficas mencionadas anteriormente.

Por não possuírem camada rochosa impermeável na parte superior e receberem as águas que percolam do solo, os aquíferos do DF também são classificados como livres e/ou suspensos. A recarga destes aquíferos é que garantem a perenidade dos mananciais nos períodos de estiagem.

Essa característica está relacionada à zona vadosa, porção do solo pela qual a água percola pelos espaços aerados, devido às propriedades de adesão e coesão até atingir o lençol freático, que fornecerá as águas que alimentam as nascentes. Por serem livres ou suspensos, geralmente são atingidos por poços rasos, o que também os torna susceptíveis à contaminação por agentes externos, demandando um cuidado maior para manter a qualidade das suas águas (CAMPOS, 2004).

Segundo a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS, 2019), os aquíferos de Domínio Fraturado são caracterizados pelos meios rochosos formados por rochas ígneas, metamórficas ou cristalinas, duras e maciças, onde os espaços ocupados pela água são representados fraturas, fendas e falhas, abertas devido ao movimento tectônico. Segundo Campos (2004), estes aquíferos possuem dimensões que variam de poucos a centenas de metros, podendo ser livres ou confinados. A maioria desses aquíferos estão limitados a profundidades pouco superiores a 250 m. Sua condutividade hidráulica é proporcional à quantidade e dimensão das fraturas. A recarga desses aquíferos ocorre por meio do fluxo vertical e lateral de águas de infiltração a partir das águas das chuvas que percolam pelo solo, sendo características como a cobertura vegetal, fatores fundamentais para controlar as principais áreas de recarga.

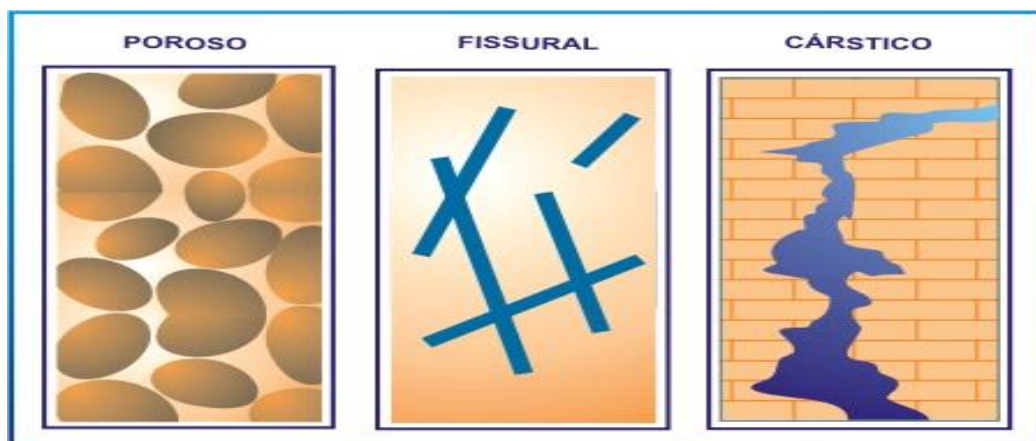


Figura 13: Tipos de aquíferos quanto à porosidade. Fonte: Boscardin Borghetti et al. (2004)

Sistema Hidrogeológico Poroso - DF

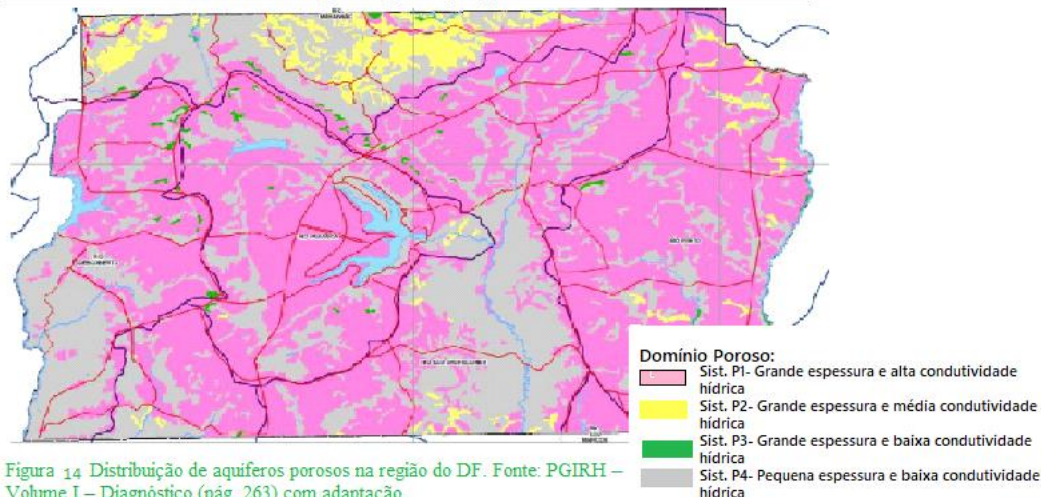


Figura 14 Distribuição de aquíferos porosos na região do DF. Fonte: PGIRH – Volume I – Diagnóstico (pág. 263) com adaptação.

Sistema Hidrogeológico Fraturado- DF

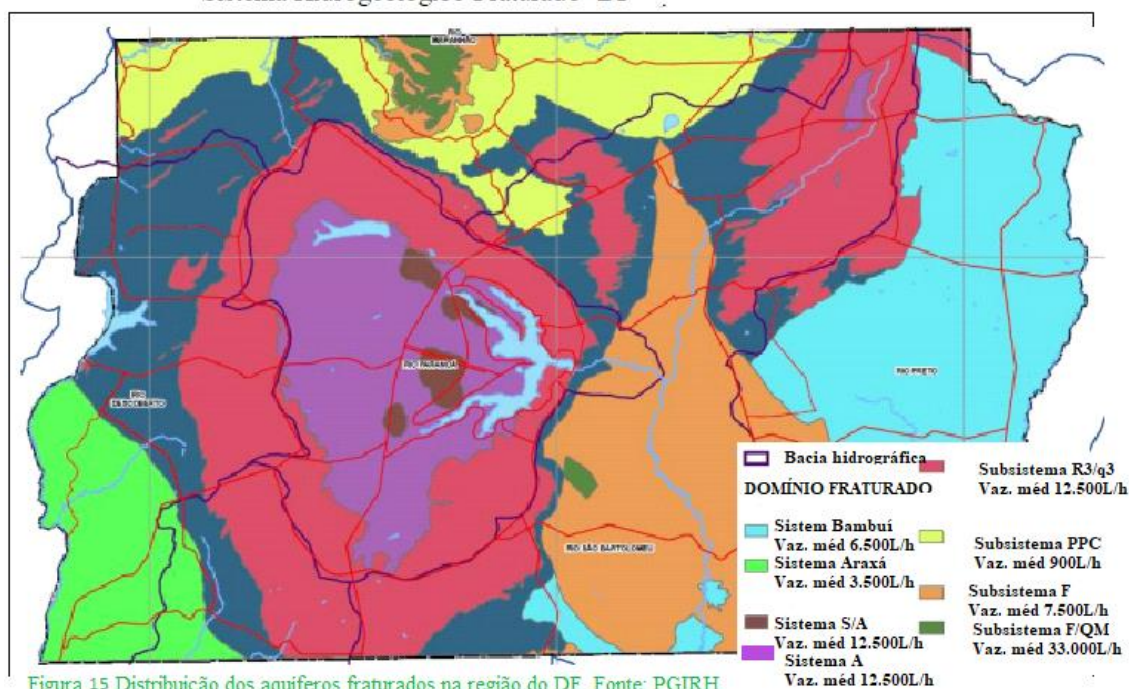


Figura 15 Distribuição dos aquíferos fraturados na região do DF. Fonte: PGIRH – Volume I – Diagnóstico (pág. 269) com adaptações

2.1.5 Atual Cenário Hidrológico Do Distrito Federal.

Em 1892, instituída pelo então presidente Floriano Peixoto, iniciou-se a Missão Cruls - Comissão Exploradora do Planalto Central no Brasil. Foi formada pelo engenheiro belga e diretor do Observatório Astronômico do Rio de Janeiro Luís Cruls, que comandava uma equipe de 21 membros, entre cientistas, técnicos e militares. O grupo que analisou por mais de um ano o território que viria a ser o cenário para a instalação da futura capital do país, citou o seguinte trecho em seu relatório:

Clima, não há melhor no Brasil: água em qualidade será encontrada tão boa, mas em abundância, duvido. Nunca me fora dado ver tanta profusão do precioso líquido, em eterna drenagem cósmica, como nessa região privilegiada, donde brotam infinidades de olhos d'água, vertentes límpidas, mananciais copiosos. (CRULS, 1.894)

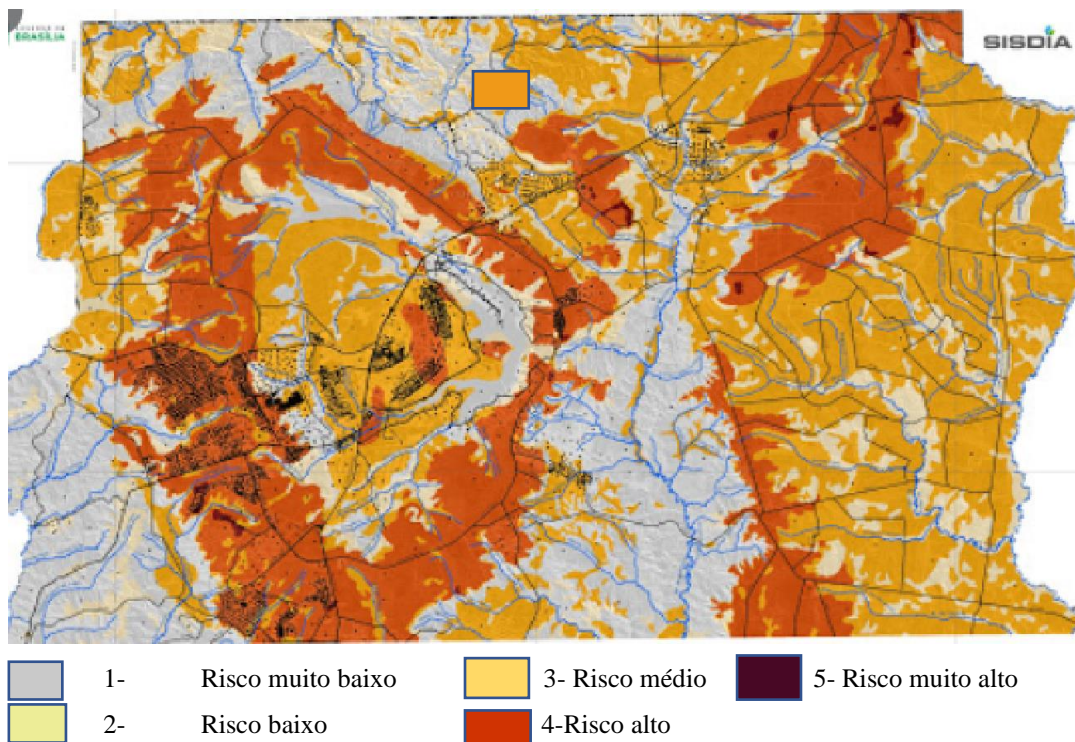
Várias décadas após a Missão Cruls, Brasília foi concebida. Uma cidade planejada e organizada; circundada por um cinturão verde e com população limitada. Estimava-se na região uma população de 500 mil habitantes para o ano 2000. No entanto, essa previsão não se concretizou e, em 1999, a população do DF já atingia 2 milhões de habitantes, sendo que 98% da população está concentrada em áreas urbanas (MAIOR 2006).

Após a construção e ocupação do Plano Piloto, em 1960, houve a criação de novos núcleos urbanos, as denominadas cidades satélites, que vêm crescendo e acomodando imigrantes que não param de chegar desde a criação da capital federal, à procura de novas oportunidades de empregos. Até os anos 80, a configuração dessas cidades era de núcleos isolados; dando um aspecto de polinucleamento urbano. No entanto, nas últimas três décadas, vem ocorrendo ocupações periféricas nestas cidades, gerando um aspecto de expansão espraiada, ocasionando, em algumas situações, a fusão entre algumas cidades (BRANDÃO, 2018).

O crescimento inesperado da Capital Federal fez com que a abundância hídrica, descrita no Relatório CRULS, se revertesse em risco de escassez. “A pressão sobre os mananciais e reservatórios destinados ao abastecimento humano está cada vez maior, e o resultado disso é preocupante” (ZEE, 2017). No ano de 2016, a população passou por uma grande crise hídrica após um período maior de estiagem com índice pluviométrico inferior à média registrada nos últimos anos necessitando de racionamento e adaptação no sistema de captação para o abastecimento da população, que já atingiu os 3 milhões de pessoas em 2018 (LIMA, 2018).

Estudos técnicos divulgados em 2017, no âmbito do Zoneamento Ecológico-Econômico, geraram mapas que mostram que quase todas as cidades do DF estão localizadas em áreas de recarga de aquífero, apresentando altos índices de impermeabilização do solo, reduzindo consideravelmente as taxas de percolação da água da chuva e causando sérios impactos no sistema de recarga das águas subterrâneas (figura 16). Isso porque as ocupações urbanas, legais e ilegais, estão nas posições mais altas e planas do relevo, que são áreas de recarga dos aquíferos, tanto porosos quanto para os fraturados.

Os estudos no âmbito do zoneamento ecológico econômico de 2017 apontam que a disponibilidade hídrica do DF já alcançou os limites recomendados para uso de água dos rios e reservatórios, tanto para consumo humano quanto para lançamento de efluentes poluídos, esgoto tratado ou águas pluviais (ZEE, 2017 P. 15).



(Figura 16) Risco ecológico de perda de recarga de aquífero. Fonte: ZEE /2017

De acordo com Campos (2004), a forma como a ocupação do solo do DF vem se desenvolvendo, está modificando o uso de água apresentando grande incremento na captação subterrânea. Isso ocorre porque o Distrito Federal não apresenta grandes drenagens superficiais, fazendo com que as águas subterrâneas sejam essenciais no abastecimento populacional de núcleos rurais e urbanos. Com isso, estimou-se que desde 1991 até 2004, o número de poços tubulares profundos na região do Distrito Federal tenha triplicado, passando de cerca de 1.500 para 4.500 poços. Essa nova dinâmica de uso vem aumentando de acordo com o estabelecimento de novos condomínios residenciais criados de forma irregular para suprir a demanda de moradia, o que contribui para o súbito crescimento explicado anteriormente.

Em 2016, o Distrito Federal se comprometeu em atingir as metas estabelecidas pela agenda 2030. Entre os 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS), ao menos três guardam relação direta com a crise hídrica no DF: o ODS 6 – “Assegurar a

disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”; o ODS 11 – “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” e o ODS 13 – “Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos” (FREITAS, 2018).

A relação complexa entre os ODSs citad exige que as soluções ou medidas mitigadoras sejam adotadas de forma complementar e harmônica, pois quanto mais a população aumenta demandando mais água, maior o impacto causado pelo crescimento urbano e menor a disponibilidade de água para o consumo. Freitas (2018) alerta sobre as desafiadoras problemáticas enfrentadas pelo poder público na tentativa de controle da expansão urbana do DF. Segundo o autor, fatores como a grilagem de terras para especulação imobiliária, políticas eleitoreiras de distribuição e regularização de lotes invadidos configuram uma indústria de apropriação de terras que geram o crescimento desordenado.

2.1.6- Técnicas de infiltração e de controle de alagamentos no DF

No Brasil, alguns municípios começaram a alterar sua forma de gerir o sistema de drenagem para a utilização de estruturas de armazenamento ou armazenamento e indução de infiltração. Casos, por exemplo, de Porto Alegre, São Paulo, Curitiba e Santo André. Souza (2004) diz ser um desafio aplicar tais técnicas de armazenamento e indução de infiltração em larga escala.

Algumas destas estratégias sustentáveis vêm sendo introduzidas por pesquisadores, inclusive no Distrito Federal (DF). A Universidade de Brasília (UnB), por exemplo, vem trabalhando com a metodologia de caixas de recarga construídas em áreas verdes, residenciais, alimentadas por água de chuva captada em telhados nos meses de maior incidência pluviométrica. Tal método induz a infiltração direta em subsolo e tem mostrado resultados satisfatórios, quanto à redução dos impactos causados pela impermeabilização do solo, por possibilitar a recarga de águas subterrâneas. Esse método foi utilizado em um dos condomínios horizontais alocados nos relevos de chapada da região. Local de crescimento urbano expressivo do DF (CAMPOS, 2004).

Algumas técnicas de drenagem pluvial centralizadas já foram implementadas em algumas cidades do DF, mais especificamente nos parques urbanos e ecológicos como no Taguaparque, em Taguatinga (figuras 17 e 18), e no parque de Águas Claras. No entanto,

estas estratégias foram instaladas principalmente para a redução do escoamento superficial que têm causado danos nas regiões a jusante, como no caso da região administrativa de Vicente Pires, que recebe o excedente das águas pluviais de Taguatinga Norte, quando há sobrecarga no sistema de drenagem devido o alto índice de precipitação em curto prazo (figuras 16 e 17).



Figura 17: Vala de infiltração após a chuva. Taguaparque, Taguatinga-DF
Fonte: acervo pessoal da pesquisadora . Data: 11/12/2020



Figura 18: Poço de retenção no Taguaparque, Taguatinga-DF
Fonte: acervo pessoal da autora. Data: 11/12/2020.



Figura 19: Vicente Pires com declividade elevada
Fonte: acervo pessoal da autora. Data: 11/12/2020



Figura 20: Vicente Pires após temporal.
Fonte: G1. Globo.com. Acesso em 22/08/20

A abordagem do tema na educação ambiental poderá contribuir ainda para que a sociedade conheça as funções destas estratégias e se sensibilizem em manter os espaços limpos. Foram encontrados diversos pontos de drenagem, no Taguaparque, repletos de lixo e entulho (figura 21).



Figura 21: Vala de contenção com lixo. Taguaparque, Taguatinga-DF.
Fonte: acervo pessoal da autora. Data: 11/12/2020.

2.2.1 O Ciclo Hidrológico na Educação Básica.

Para entender como e quando o tema ciclo da água deve ser trabalhado no período escolar, desenvolveu-se uma pesquisa com alguns documentos que norteiam a educação brasileira. Esta análise auxiliará nas recomendações quanto ao uso pedagógico do produto

desta dissertação desenvolvido para o ensino das ciências ambientais, tanto em projetos não formais de educação ambiental, quanto em espaços escolares.

Cristofídis (2019, p. 102) diz que para alcançarmos a Hidrosegurança por meio da Hidrocidadania e da Hidrossolidariedade, precisamos superar a visão fragmentada e disciplinar em relação à água, marcada pelo sistema tradicional de drenagem. Partindo de uma segunda fase, mais evoluída, caracterizada pela disseminação de tendências de harmonização das águas pluviais com o ambiente natural por meio da informação, da conscientização, da educação e da capacitação e, seguindo esta perspectiva que a maquete foi desenvolvida, ou seja, almeja-se promover com seu uso abordagens interdisciplinares de um conteúdo que, embora de natureza complexa, esteja proposto nos documentos norteadores da educação de forma disciplinar, como o ciclo da água.

2.2.2 O Ciclo Hidrológico na Educação Básica: Abordagens do ciclo da água nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs

Os PCNS – Parâmetros Curriculares Nacionais, lançados pelo Ministério da Educação - MEC em 1997, tem como principal objetivo a melhoria na qualidade do ensino com propósito de diminuir os altos índices de evasão escolar. Eles constituem um referencial de qualidade para a educação de todo o país orientando e garantindo a coerência dos investimentos no sistema educacional, promovendo discussões, pesquisas e recomendações referentes ao sistema brasileiro de ensino (PCN 1998 p.10).

De acordo com o documento, os PCNs propõem uma educação que venha desenvolver um cidadão crítico, participativo, consciente da importância do desenvolvimento tecnológico e que se entenda como parte integrante do Universo, compreendendo a reconstrução da relação homem-natureza, não sendo o homem o integrante central. Segundo os parâmetros, a aprendizagem deve partir do conhecimento prévio que cada aluno traz com si, valorizando suas experiências e sua história, ressaltando sempre a necessidade de orientar investigações para além das concepções trazidas pelo aluno, somado à importância do envolvimento ativo dele na construção do conhecimento.

Embora reconheça a importância da interdisciplinaridade para temas complexos, as propostas curriculares oficiais, trazidas pelos PCNs, estão organizadas em disciplinas e/ou áreas. O documento ressalta que optou por um tratamento específico das áreas em função da importância instrumental de cada uma, mas que também contempla a

integração entre elas pela inserção de temas transversais para abordagens referentes aos temas complexos. Às disciplinas são sugeridos blocos temáticos, aos quais indicam os conteúdos, sendo que suas formas de abordagens podem partir de assuntos. Na concepção dos parâmetros, os temas podem ser vistos sob diferentes aspectos, integrando, assim, as diversas disciplinas. Assim o estabelecimento de vínculos conceituais entre as diferentes ciências poderia contemplar a complexidade de determinados temas.

Nesta perspectiva, embora o tema “ciclo hidrológico”, que se propõe discorrer neste trabalho, exija abordagem sistêmica, nos PCNs é encontrado de forma disciplinar vinculado principalmente aos conteúdos de ciências da natureza e geografia.

Como o presente trabalho tem como proposta apresentar um produto que contribua para o ensino-aprendizagem dos alunos, entendemos que seria importante listar os objetivos e conteúdos expressos nos PCNs, cujo produto em desenvolvimento (a maquete), poderia apresentar algum potencial pedagógico. Tais objetivos e conteúdos que se apresentam pertinentes, estão listados no anexo 1.

Segundo os PCNs, a falta de informação impede o exercício da cidadania crítica e consciente, assim, em sua concepção, uma grande contribuição do ensino de ciências naturais desenvolve uma postura reflexiva, crítica, questionadora e investigativa por diferentes explicações a serem expostas e comparadas acerca de um mesmo objeto. Baseando-se no conceito que sugerimos a comparação entre duas possíveis situações de abordar a água no meio urbano. Uma em vigência, que é o sistema tradicional de drenagem, e outra focada na sustentabilidade hídrica e que respeita o fluxo natural da água, com possibilidade de implementação.

2.2.2.1 A “Água” e outros temas complexos nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Assim como dito anteriormente, os PCNs, apresentam-se de forma disciplinar, a fim de organizar suas propostas curriculares, sendo os temas complexos contemplados por meio dos vínculos conceituais e dos eixos transversais. No entanto, sabe-se que a divisão do conhecimento não é um fato recente. Segundo Bacci (2008), a fragmentação do ensino em disciplinas iniciou-se assim que o homem voltou-se cada vez mais para a observação da natureza com uma finalidade prática e utilitarista e voltada para o capital.

Essa perspectiva de ensino, levou o foco da educação a integrar a ciência e a técnica, com objetivo de suprir a necessidade de instrumentos tecnológicos advinda da sociedade em ascensão, sendo a especialização e a fragmentação do conhecimento mais

intensificada ainda após a Revolução Industrial, principalmente com a divisão social do trabalho e, conseqüente, a fragmentação do conhecimento em disciplinas isoladas Cardoso (2014).

De acordo Capra (2006), a ideia de fragmentação do todo em partes para seu entendimento específico e, posteriormente, sua junção para a compreensão do funcionamento do todo foi proposto por alguns filósofos, principalmente René Descartes. Esse conceito foi erroneamente aplicado na educação, na medicina, na economia, na agricultura, na natureza e em muitas outras áreas de organização sistêmica. Para Descartes, o funcionamento de uma máquina, que poderia ser compreendido ao observar a função desempenhada por cada peça da engrenagem, se aplicaria para diversas temáticas, incluindo até mesmo o universo. Hoje sabemos que a educação fundamentada em éticas utilitaristas, nos quais os currículos são embasados, se apresentam de forma equivocada sendo insuficientes aos objetos de estudos que possuem natureza sistêmica. Jacobi (2005) defende que essa perspectiva de ensino, de enxergar o ambiente, os recursos naturais e, no nosso ponto de vista, até mesmo o outro ser humano, tem provocado desde o início deste século uma crise claramente observada nas condutas sociais autodestrutivas, na qualidade de vida das pessoas e na deterioração da natureza.

Embora os PCNs deixem claro a importância da interdisciplinaridade na educação, entende-se que o ensino de alguns temas complexos e sistêmicos da forma que se é proposta, em alguns casos, não proporcionam a visão de integralidade necessária. Sendo a água e o ciclo hidrológico um desses temas. Esse fato pode ser observado na prática escolar, sobretudo a partir do ensino fundamental nos anos finais, para os quais há um professor para cada disciplina, que há uma enorme dificuldade em trabalhar os eixos transversais e os projetos interdisciplinares. Cardoso (2014) expõe alguns obstáculos como:

...a formação muito específica dos docentes, que não são preparados nas universidades para trabalhar de modo interdisciplinar; a distância entre as linguagens, perspectivas e métodos das disciplinas de determinada área do conhecimento e a ausência de espaços e tempos nas instituições destinados a reflexão, avaliação e implantação de inovações educativas. (Frigotto, 1995; Rivarossa de Polop, 1999 Apud Cardoso 2014).

Muitas escolas de ensino fundamental, de séries finais, trazem em seus Projetos Políticos Pedagógicos metodologias que abordam os eixos transversais, no entanto, é

comum tais temas serem trabalhados de forma restrita em dias ou semanas temáticas; no DF, existe a semana da água, que frequentemente se resume em projetos executados por professores de ciências e geografia, não sendo apresentado aos alunos as diversas dimensões inerentes ao tema, tornando o trabalho raso e insuficiente. São poucas as escolas de anos finais que conseguem executar os projetos interdisciplinares de forma efetiva. Cardoso (2014) explica que há entre os professores, principalmente das áreas específicas, certa resistência em trabalhar de forma integrada com seus colegas, talvez por ter dificuldade em expor suas limitações e falta de conhecimento de certos conteúdos. Capra (2000) diz que a visão cartesiana, fragmentada e mecanicista do mundo, que reduz fenômenos complexos em partes com a busca pelas suas interações, é tão comum na cultura ocidental que tem sido constantemente reconhecida como método científico. Na educação, tal abordagem foi implementada principalmente na divisão de disciplinas e conteúdos com o objetivo de organizar o ensino. No entanto, o despreparo de muitos professores faz com que a estruturação curricular seja sempre reprodutiva, sem abordagens críticas que integrem a complexidade, quando necessária, e por se “constituir em pacotes canônicos, intocáveis, feitos para engolir, nunca para construir” (DEMO, 2010).

Não se pode negar a existência de educadores muito bem preparados e conscientes da importância de oferecer uma educação adequada de forma contextualizada e integral, mas que são desmotivados pelo fato de que a escola que ele ensina segue o mesmo padrão da escola que o formou e não apoia a mudança necessária para a educação do futuro. O trabalho interdisciplinar depende do apoio da gestão escolar, de tempo para planejamentos coletivos, espaço físico adequado e materiais para o desenvolvimento dos projetos (CARDOSO, 2014). Esta realidade se torna diferenciada nas escolas de ensino fundamental em séries iniciais, pois as aulas são ministradas por apenas um ou poucos professores, transformando o trabalho interdisciplinar em algo muito mais fácil de se executar, além de que o próprio material disponível atualmente para essas etapas de ensino já proporciona a visão mais aproximada do ideal para os temas complexos quando comparado com os materiais das séries finais.

Para que haja uma transformação efetiva no sistema educacional, a fim de proporcionar uma educação adequada às necessidades emergentes, se faz necessário, acima de tudo, um profissional com coragem de mudar, que se sinta responsável na construção de uma educação correspondente às demandas da sociedade atual. Esse profissional que precisa dominar a arte de trabalhar de forma interdisciplinar, apesar de

sua formação disciplinar, deve buscar por meio da formação continuada recursos complementares às suas competências, uma vez que as universidades dificilmente lhes oferecem na graduação. Um docente com tais habilidades há de ser capaz de mobilizar seus colegas a pensarem numa educação diferente, pois embora um professor possa desenvolver inúmeros projetos interdisciplinares extremamente eficientes, a mudança mais adequada e efetiva na educação acontece quando o grupo de docentes percebe a necessidade de se trabalhar de forma diferenciada em determinadas situações existindo apoio e cumplicidade entre os educandos e a comunidade escolar.

A responsabilidade individual é a marca do projeto interdisciplinar, mas essa responsabilidade está imbuída do envolvimento – envolvimento esse que diz respeito ao projeto em si, às pessoas e às instituições a ele pertencentes (FAZENDA, 2005, p. 17).

Embora os conteúdos relativos ao solo e sua relação com os recursos hídricos estejam propostos de forma disciplinar nos PCNs, aparecendo basicamente nas disciplinas de ciências e geografia, cabe aos professores apresentá-los de forma integrada, fazendo correlação com diversos aspectos tais como, econômico, ecológico, social, histórico e cultural, de forma a proporcionar aos educandos uma visão mais integrada para temas complexos (BACCI, 2008).

Observa-se a necessidade de renovação no ensino das ciências, visto sua potencialidade no desenvolvimento de temas geradores que promovem a educação integral do indivíduo. A problemática hídrica é uma delas, uma vez que a água, em sua forma ideal para uso humano, se apresenta mais rara e sua distribuição não se apresenta de forma equitativa, sendo este um indicador de exclusão social. Diante do cenário erguido pela análise deste trabalho, temos como premissa de que a formação continuada dos docentes possa contribuir tanto para uma melhor interpretação e análise crítica dos documentos que norteiam a educação, quanto no aperfeiçoamento do ensino.

2.2.3 O Ciclo Hidrológico na Base Nacional Comum Curricular – BNCC: Habilidades e competências a serem desenvolvidas a partir do tema ciclo da água.

A resolução do Conselho Nacional de Educação - Conselho Pleno CNE/CP N° 2 de 22/12/2017, determinou que até início de 2020 todas as instituições de ensino

brasileiras deveriam adequar seus currículos e suas propostas pedagógicas à BNCC - Base Nacional Comum Curricular, na construção de seus currículos escolares. Posto isso, entende-se como necessário uma revisão do documento para a verificação do seu conteúdo, tendo em vista um alinhamento mais adequado à proposta do produto educativo a ser desenvolvido por este trabalho.

De acordo com o documento que apresenta a Base Nacional Comum Curricular - BNCC lançado em 2017, seu conteúdo é orientado por princípios éticos, estéticos e políticos. Visa a formação humana em suas múltiplas dimensões para uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Tem como premissa uma educação integral com o desenvolvimento do indivíduo dotado de cidadania e qualificação para o trabalho.

Esta base adota conceitos e indica que decisões pedagógicas devem estar direcionadas para o desenvolvimento de competências a serem construídas pelos alunos, ou seja, ela indica de forma clara o que os alunos devem “saber”, considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores e, sobretudo, do que devem “saber fazer”, compreendendo a mobilização desses atributos para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BNCC, 2017).

A explicitação das competências oferece referências para o fortalecimento de ações que asseguram as aprendizagens essenciais definidas pela Base. A segunda e a sétima entre as dez competências gerais propostas para a educação brasileira, aqui se destacam devido a relevância para este trabalho, a saber:

2ª - Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade. Para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. Seu objetivo se trata do desenvolvimento do raciocínio, que deve ser feito por meio de várias estratégias, privilegiando o questionamento, a análise crítica e a busca por soluções criativas e inovadoras (BNCC p.9).

7ª - Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis. Para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global. Com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. Seus objetivos são formular, negociar e defender

ideias, pontos de vista e decisões comuns com base em direitos humanos, consciência socioambiental, consumo responsável e ética (BNCC p.9).

Segundo o documento, as competências gerais se expressam de maneira específica em cada uma das áreas do conhecimento, se traduzem em habilidades a serem desenvolvidas por meio das atividades a serem trabalhadas na sala de aula. Os conhecimentos das áreas são mobilizados não só para entender e explicar a realidade, mas também para fazer escolhas e agir em determinada direção. Esse documento traz as Unidades Temáticas a serem trabalhadas a cada ano cursado na escola, além dos seus objetos de conhecimento e as habilidades a serem desenvolvidas em cada etapa.

Em comparação com os PCNs, que trazem os objetivos a serem alcançados e os conteúdos a serem trabalhados, a BNCC tem como foco explicitar as habilidades e competências a serem desenvolvidas ao longo do período escolar. Além disso, a Base Nacional tem caráter normativo, e a novidade é que o aluno deve deixar de ser expectador, tornando-se protagonista na construção da sua própria aprendizagem.

Na BNCC, o ciclo hidrológico é objeto de conhecimento pertencente a várias séries do Ensino Fundamental. No entanto, observou-se que a abordagem dos temas compatíveis com a proposta deste produto é sugerida principalmente entre o 4º e 6º ano do ensino fundamental, nas disciplinas de ciências e geografia. As habilidades a serem desenvolvidas nessas etapas correlacionadas com o presente trabalho estão listadas no Anexo 2.

A inovação trazida pela BNCC está no fato de que, além de posicionar o aluno como protagonista do seu próprio aprendizado, destaca também que o mesmo deve desenvolver habilidades, isso significa que não basta compreender o conteúdo, o educando deve saber o que fazer com o conhecimento adquirido ao longo da sua vida, tornando-se um cidadão capaz de imprimir em suas ações tudo que foi aprendido durante sua vida escolar. Esta perspectiva é corroborada por Loureiro (2003), ao defender que é dever das instituições de ensino estimular seus educandos a atuarem com cidadania enquanto agem nas suas realidades locais. A capacidade para tal atuação se dá a partir da relação dos conteúdos curriculares com seu cotidiano e o contexto histórico em que se situa, enquanto vivencia valores morais correspondentes com a convivência democrática e a sustentabilidade social e planetária.

2.2.4 O ciclo hidrológico no Currículo em Movimento do Distrito Federal.

O Currículo em Movimento do Distrito Federal se baseia na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), cuja criação, em 1961, trouxe uma nova visão quanto aos objetivos do ensino no Brasil. Um dentre seus focos principais é a aquisição dos conhecimentos atualizados e representativos do desenvolvimento científico e tecnológico, assim como os processos de investigação científica (SEE-DF, 2018).

De acordo com o currículo, a necessidade de se trabalhar ciência, tecnologia e sociedade de forma integrada, promovendo discussões e reflexões sob aspectos éticos, históricos, políticos, socioeconômicos e ambientais, foi fortalecida com os problemas ambientais emergentes intensificados com a especialização do conhecimento, que permitiu nas últimas décadas, comodidades e facilidades no cotidiano das pessoas pelo desenvolvimento em diversos setores como no transporte, na comunicação, na saúde, na produção de alimentos e que também resultou nas aglomerações urbanas com expansão das cidades.

Nesse sentido, a promoção da educação de qualidade também requer a capacidade de análise crítica frente aos desafios enfrentados pela sociedade atual, devido às modificações ambientais que, de acordo com Loureiro (2003), devem ser abordadas de forma integrada aos diversos conteúdos do currículo. Com isso, a educação deixa de ser uma simples transmissão de conhecimento onde a memorização e a resolução de problemas eram o foco principal, passando a valorizar o protagonismo do aluno por se perceber como agente pertencente e transformador do ambiente e da sociedade (PCNs, 1998 e SEE-DF, 2018).

Segundo o currículo do DF, seu conteúdo se alinha aos PCNs e a BNCC. Se empenha em propor questões cotidianas e comuns ao espaço de vivência do aluno, levantando problematizações das quais emergirão todas as outras ações do processo educativo, uma vez que aproxima gradativamente os educandos dos conhecimentos, procedimentos, processos e práticas científicas, estimulando, portanto, uma postura cidadã ativa frente às questões fundamentais para o desenvolvimento sociedade (SEE-DF, 2018).

O modelo de organização do currículo do DF segue o mesmo padrão dos PCNs, adotando a disciplinaridade com finalidade de organizar os conteúdos e propondo que os temas complexos sejam trabalhados por meio de eixos transversais. Com propósito de

entender como o ciclo da água encontra-se distribuído no currículo do DF, foi feita uma pesquisa na qual constatou-se que, assim como nos documentos citados acima, a “água”, embora seja um tema complexo, também aparece majoritariamente nas disciplinas de ciências naturais e geografia.

Os conteúdos do currículo em movimento do DF, que são relacionados ao produto deste trabalho, estão listados no Anexo 3.

2.2.5.1 Estabelecimentos não formais de ensino: parques ecológicos do DF.

O Distrito Federal se caracteriza por ser a unidade da federação com o maior número de parques ecológicos que, por ser localizado no Centro-oeste brasileiro, mantém diversas fitofisionomias da fauna e flora do cerrado, nascentes e mananciais hídricos (Figura 22).

O governo distrital tem buscado nos últimos anos promover, por meio da educação ambiental não formal, possibilidades inovadoras que dão acesso aos alunos da rede pública de ensino para um trabalho de sensibilização e valorização ambiental/ patrimonial que utiliza o potencial naturalmente encontrado nos espaços físicos desses parques.

De acordo com o Instituto Brasília Ambiental - IBRAM (2017), o DF conta com mais de 94 áreas verdes caracterizadas por diversas categorias divididas em Unidades de Conservação, Unidades de Uso Sustentável, Unidades de Proteção Integral, Parques Urbanos, entre outros; sob gestão do Governo do Distrito Federal (GDF) ou do Governo Federal. Deste total, 72 são parques ecológicos ou parques urbanos.

De acordo com o Guia de Parques do IBRAM (2017), tais Unidades de conservação apresentam diferentes fitofisionomias como matas de galeria, cerrado típico e veredas úmidas entre outras. Tal diversificação pode estar relacionada com a variação dos tipos de solo bem como suas distintas concentrações hídricas (EMBRAPA, 2002). A riqueza na flora se estende à grande diversidade de espécimes da fauna existente nos parques. Naqueles mais conservados, como o parque do Gama, pode-se encontrar exemplares de espécies animais mais raras do cerrado como lontras, raposas, lobos-guarás e veados campeiros (IBRAM,2017).

Grande parte dos parques possuem abundância de recursos hídricos sendo cortados por rios, exibindo lagos naturais, cachoeiras e riqueza no número de nascentes. Alguns apresentando campos de murundus. Essas e várias outras características, como sua importância para a recarga de aquíferos subterrâneos, a melhoria na qualidade do ar,

no conforto térmico e na qualidade de vida da população, justificaram as suas criações no território do DF.

A necessidade de oferecer proteção às áreas naturais, é variada e pode estar associada tanto à proteção do patrimônio histórico quanto dos recursos naturais, principalmente em longo prazo. Assim, constantemente esses espaços têm sido utilizados para a promoção da qualidade de vida da comunidade local, além da implementação da educação ambiental.

Com o Programa Brasília nos Parques, promovido pelo decreto nº 37.115 no ano de 2016, buscou-se promover, por meio da educação não formal, a possibilidade de apropriação dos parques do DF, também pela comunidade escolar, por meio do estabelecimento de parcerias entre instituições governamentais (GDF, 2016).

Para tanto, e de acordo com a Secretaria de Meio Ambiente - SEMA (2018), criou-se no ano de 2017 o Plano Distrital de Educação Ambiental (PDEA), que foi baseado na Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA (Lei nº 9.979/1999). Sua criação viabilizou a efetivação de uma série de princípios e diretrizes, que visam além da integração entre as instituições governamentais, a participação da sociedade civil e de outros parceiros do DF e do Entorno – região limítrofe geograficamente ao DF, que compreende alguns municípios dos Estados de Goiás e Minas Gerais (figura 22) - em prol da melhoria das condições ambientais e da qualidade de vida, promovida pela recuperação e proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

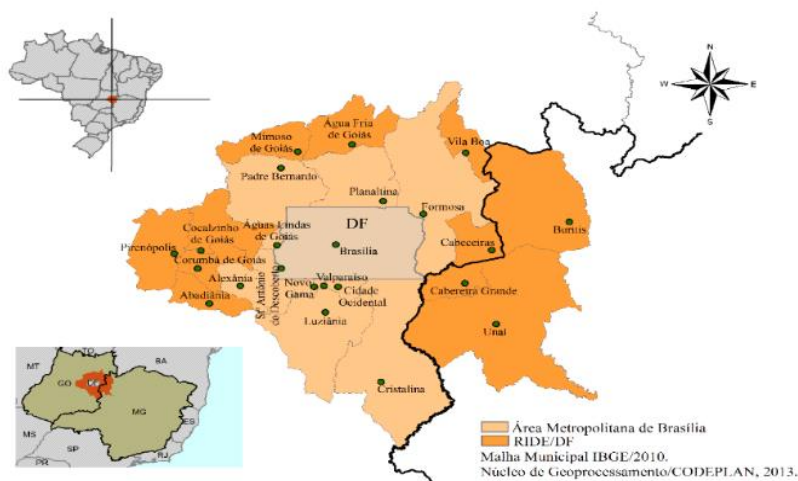


Figura 22: Mapa do Distrito Federal e todo seu Entorno, caracterizado pela área metropolitana e pela Região Integrada de Desenvolvimento do DF – RIDE DF.

Fonte: CODEPLAN

A soma destes esforços viabilizou o nascimento do projeto Parque Educador, em 2018, fruto da parceria entre as Secretarias de Educação e Meio Ambiente e o Instituto Brasília Ambiental (SEMA, 2019). O projeto, que em 2018 havia sido implementado em quatro parques no ato de sua criação, expandiu-se, e hoje acontece em seis parques ecológicos do Distrito Federal (Figura 23).



Figura 23 - Mapa do Distrito Federal com a localização dos parques. Em destaque, os parques ecológicos que acontecem o projeto Parque Educador.

Fonte: IBRAM, 2013. Com adaptações

O projeto tem, entre seus diversos objetivos, proporcionar uma experiência de maior interação com a natureza para estudantes do ensino público básico do DF, a fim de gerar uma relação de afinidade, sensibilização e a oportunidade de desenvolver uma visão mais íntegra sobre as relações entre o homem, sua história e o ambiente natural, para que possivelmente se tornem, no futuro, adultos mais conscientes, valorizando as questões ambientais e culturais pertencente a sociedade a qual eles se inserem.

O Projeto Parque Educador se baseia na Ecopedagogia ou Pedagogia da Terra, que tem como foco desenvolver processos criativos, reflexivos e críticos voltados para o desenvolvimento da autonomia, da criatividade e da solidariedade (TCT, Nº 02/2019). Esta pedagogia, centrada na vida, possui como característica considerar o ser humano

como incompleto e inacabado, seres que interagem entre si e com o mundo possuindo determinados modos de vida; sendo integrantes de culturas que prezam pelo respeito à identidade e à diversidade (FREIRE, 1997 *apud* GADOTTI, 2000). Esta pedagogia se apoia também em Jacob (2003), quando defende que a realidade atual requer uma reflexão fundamentada na inter-relação dos saberes e das práticas coletivas, capaz de gerar valores e identidades por meio do diálogo associadas às ações solidárias, bem como a reapropriação da natureza. Além de se inspirar em Gadotti (2008), quando propõe que trabalhar com sustentabilidade é acreditar que o “sustentável” supera o desenvolvimento econômico e ultrapassa as barreiras de preservação ambiental e dos recursos naturais, “ele implica um equilíbrio do ser humano consigo mesmo e com o planeta e, mais ainda, com o próprio universo. “Envolve o próprio sentido do que somos, de onde viemos e para onde vamos como seres humanos” (GADOTTI, 2008 p. 46).

O projeto possui um plano de trabalho anual, elaborado pela equipe de educadores ambientais que são lotados em cada parque. Atualmente, cada parque do projeto conta com dois educadores ambientais, que são professores da SEE-DF com formação para atuar na área de educação ambiental e patrimonial. Diversos assuntos de interesse atual são abordados como temas geradores. São exemplos a biodiversidade, o consumo consciente, as mudanças climáticas, o uso racional dos recursos naturais, os serviços ambientais, entre outros.

O caráter complexo intrínseco ao tema água, exige que diversas abordagens relativas ao assunto sejam trabalhadas no projeto. Métodos envolvendo contação de histórias, músicas, sons da água, danças circulares, peças teatrais, cortejos envolvendo exibição de estandartes temáticos e cantigas de músicas populares, trilhas em áreas de nascentes, rios e lagoas, vídeos, animações e jogos diversos (figuras 24 e 25).



Figura 24:Aula sobre água e patrimônio com cortejo musical e teatro de mamulengo.

Fonte: acervo pessoal da autora



Figura 25: Aula sobre recursos hídricos e vegetação do cerrado. Trilha nascentes e lagoa.
Fonte: acervo pessoal da autora

O Parque ecológico de Águas Claras, local de trabalho da autora ao ingressar no PROFICIAMB e que inspirou a produção do produto aqui apresentado, é um dos integrantes do Parque Educador. Nele se encontra o acervo de materiais ecopedagógicos produzidos pela equipe de educadores ambientais do IBRAM. Muitos de seus materiais foram criados para trabalhar a temática hídrica, a saber: terrários, maquetes, painéis, sistemas reais de captação de água da chuva e jardim educativos que complementam seu principal potencial, que é o ambiente natural.

O projeto Parque-Educador recebe, por semestre, em cada parque ecológico participante, 12 turmas de alunos de idades variadas que cursam a educação básica da rede pública do DF (incluindo todas as regionais de ensino). As turmas que fazem a inscrição *on-line*, passam por um processo seletivo estabelecido pelo comitê gestor do projeto. Aquelas que são contempladas, frequentam o parque ao longo do semestre uma vez por mês ou uma vez por semana, totalizando 4 ou 12 encontros de aproximadamente 4 horas, a depender da distância que o parque se encontra da escola. A possibilidade de escolha entre 4 ou 12 aulas foram criadas para que as escolas com diferentes

disponibilidades de carga horária pudessem visitar o parque, aumentando a possibilidade de mais alunos terem acesso ao projeto.

Ainda que se use diversos recursos disponíveis no parque, acima citados, para as aulas sobre ciclo da água, percebe-se alguma dificuldade pelos estudantes na visualização espacial e na compreensão das fases de escoamento, infiltração, percurso subterrâneo da água e sua abrangência regional em subsolo. Este fato levou à ideia de construir mais um produto pedagógico para compor o acervo já existente: a maquete lúdica e interativa, que tem como propósito reconhecer a influência da impermeabilização urbana na infiltração das águas pluviais, que geram alagamentos recorrentes no DF nas estações chuvosas, com redução das águas subterrâneas (ZEE, 2017) e consequente redução de disponibilidade nos períodos de seca.

2.2.5.2 Parque Ecológico de Águas Claras: caracterização do meio físico

A cidade de Águas Claras (Figuras 26 e 27) foi implementada em 1992 pela Lei nº 385 do DF, que aprovou o Plano de Ocupação da área (GONÇALVES, 2002 apud BRAGA, 2009). Posteriormente, em 2003, a Lei nº 3.153 criou a Região Administrativa de Águas Claras - RA XX (GDF, 2003). Atualmente a área conta com cerca de 808 hectares e está a 20 km do Plano Piloto (GDF, 2020). Dados da Codeplan (2017) apontam que a região administrativa (RA XX) de Águas Claras, em especial a cidade homônima, possui a maior densidade urbana do DF com 170 mil habitantes. Isso ocorre devido a sua característica verticalizada, que concentra edifícios com altura superior a três pavimentos, não incluindo os setores do Areal e de Arniqueiras.

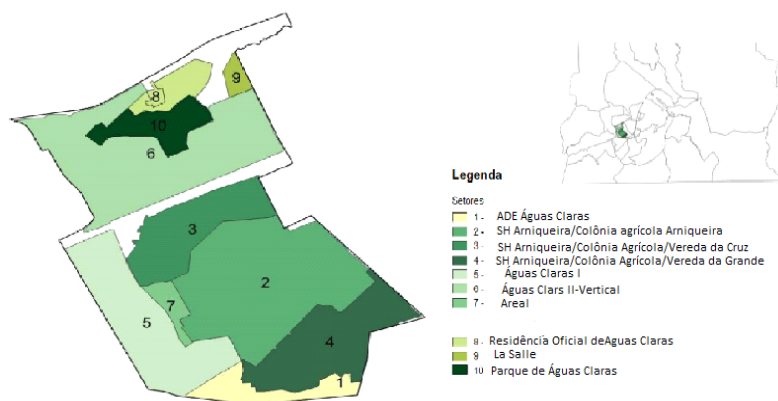


Figura 26: Mapa da região administrativa de Águas Claras. Fonte: Elaboração DEURA/CODEPLAN a partir de base de dados da SEGETH 2015 / Poligonal definida de acordo com a PDAD



Figura 27: Cidade de Águas Claras.

Fonte: Correio Braziliense, 2017

O parque ecológico de Águas Claras foi criado em 2000 pela lei complementar nº 287, e tem como objetivo: (I) conservar o patrimônio genético da fauna e da flora nativa; (II) proteger áreas de nascentes e recarga de aquíferos; (III) proporcionar à população atividades voltadas para a educação ambiental, cultural e de lazer e (IV) desenvolvimento de pesquisas. Seu território possui áreas de reflorestamento, além de parte da vegetação nativa do cerrado preservada, onde flui o córrego de Águas Claras que forma duas lagoas (IBRAM, 2020). Em 2018, a área com cerca de 960 mil m², passou a contar com mais 310 mil m² que pertenciam a Residência Oficial (GDF, 2018). Nele foi instalado o Centro de Referência em Educação Ambiental - CREA, no qual acontecem projetos independentes de educação ambiental, alguns promovidos pela equipe de educadores ambientais do IBRAM, além do projeto Parque educador (Figura 28).



Figura 28: mapa da RA de Águas Claras com a localização dos centros urbanísticos e do Parque Ecológico de Águas Claras. Fonte: IBRAM com adaptação pela autora usando imagens do Google Maps

As características fisiográficas do local favorecem um enfoque no tema recursos hídricos. O contraste entre o parque e a cidade altamente adensada é palco para diversas discussões durante as aulas, sendo o impacto causado pelo desenvolvimento urbano, um dos mais polêmicos, pois de acordo com Douglas Farr (2010), as cidades mais adensadas têm um impacto no ciclo da água inferior às cidades com crescimento horizontal, no entanto, sabemos que existem práticas que mitigam esses impactos e que podem ser adaptados para cidades já consolidadas.

A experiência de 13 anos da autora deste trabalho, como professora de Ciências da Secretaria de Educação do DF, além da atuação como educadora ambiental no parque de Águas Claras, ajudou a perceber ao longo das aulas sobre recursos hídricos que há uma dificuldade entre os alunos do ensino fundamental no entendimento do trajeto da água que caracteriza o ciclo hidrológico após a precipitação, bem como as variantes que influenciam esse trajeto em virtude do uso do solo. Mesmo que o parque já conte com alguns recursos disponíveis, percebeu-se a carência de um instrumento pedagógico que demonstre a relação dos impactos urbanos no ciclo hidrológico fazendo a relação entre enchentes, impermeabilização, infiltração, aquíferos subterrâneos e águas superficiais.

Entre os materiais disponíveis, as maquetes atraem bastante a atenção dos alunos. No acervo existem modelos que ilustram o escoamento na bacia hidrográfica ou fazem a relação entre o desmatamento para agricultura ou pecuária com o aumento do escoamento e o déficit de recarga de aquíferos subterrâneos. No entanto, não existe nenhuma que aborda o impacto da alteração do solo em áreas urbanas, assunto de fundamental compreensão pela população para cobrar das autoridades competentes o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes no tratamento das águas pluviais, baseando-se na sustentabilidade, assim como possa colaborar com ações de responsabilidade individual.

A ideia da elaboração de uma nova maquete, foi sustentada pela necessidade de se propor uma ferramenta que estimule a perceber que o atual sistema de drenagem, denominado tradicional, provoca impactos merecedores de ações mitigadoras. Para tanto, buscou-se simular, por meio de comparação, a situação real de infiltração e escoamento superficial de águas pluviais do DF com sistemas alternativos, mas bastante passíveis de serem implementados, que permitam mitigar os impactos do primeiro.

Para ambos os casos, a maquete foi construída obedecendo o modelo real e científico de caracterização geológica e hidráulica dos mais comuns dos aquíferos propostos para a região sugerido por (CAMPOS, 2004; PACHECO, 2012; GONÇALVES

et al., 2016), além dos sistemas de drenagem tradicional e seus impactos baseados nas descrições anteriormente aludidas, bem como as técnicas mitigadoras baseadas nos processos naturais também já mencionados.

2.2.6 O uso de maquete como instrumento de ensino-aprendizagem.

Os Parâmetros Curriculares (1998) ressaltam a importância de se trabalhar na escola a dimensão histórica dos ambientes para que o aluno consiga entender as intervenções causadas pelo homem e suas consequências.

Lima (2002), ao discorrer a respeito do ensino de geografia, esclarece que os conteúdos devem ser abordados de forma que reproduza os conhecimentos construídos naturalmente por meio do desenvolvimento social e cultural, mas que redefina novas formas de construção de acordo com novos contextos e experiências vividas pelos alunos e professores, enquanto o currículo do DF (2018) diz que a geografia “oportuniza ler o mundo por intermédio da produção e reprodução do espaço, considerando o trabalho humano, as relações sociais, as representações de diferentes culturas impressas na paisagem e na complexidade de contextos socioambientais” (Callai, 2005 apud SEE-DF, 2018 p.254).

Trazendo essa ideia para o contexto deste trabalho, o produto em questão teria como finalidade auxiliar o aluno a observar e entender a formação geológica do DF, sua relação com o ciclo hidrológico e, ao mesmo tempo, compreender e correlacionar como as ações antrópicas de ocupação do solo em áreas urbanas interferem no ciclo hidrológico por desestabilizar algumas de suas funções naturais reduzindo a oferta de água. Os parâmetros curriculares dizem que:

Pela abrangência e pela natureza dos objetos de estudo das Ciências, é possível desenvolver a área de forma muito dinâmica, orientando o trabalho escolar para o conhecimento sobre fenômenos da natureza, incluindo o ser humano e as tecnologias mais próximas e mais distantes, no espaço e no tempo. Estabelecer relações entre o que é conhecido e as novas ideias, entre o comum e o diferente, entre o particular e o geral, definir contrapontos entre os muitos elementos no universo de conhecimentos são processos essenciais à estruturação do pensamento, particularmente do pensamento científico. (PCN, 1998, p.27)

Entre as orientações do Ministério da Educação (MEC, 1998) para o ensino, está o estabelecimento de processos e atividades relativos ao destino da vida coletiva e de responsabilidade tanto do governo quanto dos grupos sociais, a depender das atribuições específicas de cada um. Por isso entende-se que, ampliar a percepção referente ao fluxo das águas no ciclo, por aumentar a oferta de materiais pedagógicos lúdicos e interativos, que perpassando essa temática em meio às discussões sobre a questões hídricas no DF, poderia contribuir para expandir a visão sobre o ciclo hidrológico, estimulando o aluno a desenvolver um senso crítico referente às ações humanas e à complexidade da temática de modo a gerar algum impacto positivo nas ações de proteção à água.

Pitano (2015) diz que

... a interação com o meio representado na maquete desperta o interesse dos alunos a investigarem melhor o espaço vivido, promovendo no educando a valorização local e o desejo em encontrar soluções para problemas socioambientais; isso por possibilitar que o aluno enxergue e contextualize a organização e a ocupação do espaço geográfico, ligando o ensino da disciplina ao cotidiano do aluno. (Pitano, 2015 p. 276).

Posto isso, e corroborando com o Currículo em movimento do DF quando diz que o espaço é uma dimensão do cidadão, pois nele que se vive, se produz e existe, e que a Geografia, como ciência, “interpreta o espaço natural e/ou humanizado, de acordo com transformações sociais, inspirada na realidade atual para entender o mundo por meio de diversas apropriações de lugares, suas interações e suas contradições” (SEE-DF p. 254), desenvolveu-se este projeto que procura problematizar questões acerca da alteração no ciclo hidrológico apresentadas a depender das formas de apropriação do espaço para a instalação ou a expansão de ambientes urbanos.

O mesmo currículo menciona que, no segundo bloco da educação básica, “as atividades propostas devem partir de situações e de problemas reais, significativos e investigativos (práticas sociais), a fim de valorizar os saberes no sentido de conhecer e compreender os fenômenos” (SEE-DF, 2018, p. 255), sendo fundamental a inserção de materiais problematizadores como fotografias, mídias, visitas de campo, entre outros. Desta forma, uma maquete associada às experiências já vivenciadas pelos alunos referentes ao seu cotidiano, poderia criar um ambiente favorável à construção da aprendizagem e, ao mesmo tempo, no desenvolvimento de uma visão crítica acerca do tratamento das águas de chuva no meio urbano.

É inegável a importância de estimular a brincadeira e a imaginação no contexto de aprendizagem. Bacellar (2009) diz que a busca pela ludicidade que envolva o aluno de forma prazerosa, apresenta grande relevância para a criação de um ambiente propício à construção da aprendizagem, no entanto, a ludicidade dependerá das experiências particulares que cada criança carrega consigo.

O conceito de ludicidade como uma experiência plena, pode colocar o indivíduo em um estado de consciência ampliada e, conseqüentemente, em contato com conteúdos inconscientes de experiências passadas, restaurando-as e, em contato com o presente, anunciando possibilidades para o futuro (BACELAR, 2009 p. 24 e 25)

Para as crianças, principalmente as de séries iniciais que ainda possuem um nível de abstração em formação, é importante que se utilize recursos didáticos que ajudam a materialização dos espaços reais possibilitando a formação de conceitos muitas vezes por elas não compreendidos (FILETT 2003 apud PITANO, 2015). Essa materialização, associada aos recursos divertidos que remetem a brincadeiras, podem ajudar na criação de um espaço favorável ao desenvolvimento da aprendizagem enquanto contribui para a construção de uma opinião crítica acerca dos impactos socioambientais relacionados ao tratamento tradicional das águas pluviais no meio urbano.

Jacob (2003, p.192) diz que é importante “incrementar os meios de informação e o acesso aos problemas ambientais urbanos, bem como o papel indutivo do poder público nos conteúdos educacionais, como caminhos possíveis para alterar o quadro atual de degradação socioambiental”, o que promove a participação da população em níveis mais altos de poder decisório, além de estimular a co-responsabilidade no controle e fiscalização de processos de degradação ambiental.

3.0 PRODUTO

3.1 Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento da proposta de trabalho, foram seguidas as etapas de (I) levantamento bibliográfico e (II) construção do produto.

3.1.1 Levantamento Bibliográfico

Para embasar a construção do produto pedagógico como uma maquete, bem como o texto aqui apresentado, foi feita uma pesquisa bibliográfica desenvolvida ao longo de

30 meses, compreendendo o período de 2019, 2020 e meados de 2021, a partir de livros nacionais e internacionais, artigos científicos de universidades brasileiras e internacionais, além de documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais, a Base Nacional Curricular, o Currículo em movimento do Distrito Federal, o Termo de Cooperação Técnica relativo ao Projeto Parque Educador, Plano Distrital de Educação Ambiental e o Zoneamento Ecológico econômico do Distrito Federal, que são citados ao longo do texto desta dissertação.

Os temas pesquisados se referem a: (I) educação ambiental, (II) diretrizes da educação brasileira, (III) etapas pedagógicas e didática, (IV) ensino interdisciplinar para temáticas complexas, (V) drenagem de água pluviais em meio urbano, (VI) características fisiográficas do Planalto Central e (VII) situação hidrológica do DF.

3.1.2 Construção do Produto

A maquete, instrumento pedagógico desenvolvido como produto desta formação, procura ilustrar duas situações: uma que assegura que o fluxo da água permaneça com características semelhantes àquele anterior à ocupação da área pelo crescimento das cidades, por meio de técnicas sustentáveis, e uma segunda situação que simula o ambiente após o crescimento urbano com altas taxas de impermeabilização do solo, dispondo ainda de técnicas tradicionais de drenagem pluvial.

Essas situações foram criadas para que o aluno possa comparar e tirar suas próprias conclusões acerca dos tipos possíveis de intervenções humanas no que diz respeito às formas de drenagem pluvial construídas nas zonas urbanas.

Para a construção da maquete, foram utilizadas placas de acrílico, cola para artesanato, espuma de poliuretano, papelão, folhas de revista, solvente de tinta, resina epóxi, tinta de tecido, massa de biscuit, casinhas de madeira, 1,2 metros de mangueira, nuvem de plástico, bomba de aquário, torneira plástica, fita de led, vegetação artificial, esponja de cozinha, verniz incolor e impermeabilizante.

A maquete foi construída em um recipiente de acrílico transparente com 3mm de espessura, de formato retangular, com 50 cm de largura por 35cm de profundidade e 35cm de altura (50x35x35) (Figura 29), sendo a altura dividida, da base para o topo, aos 10 cm para reservatório da água, 8 cm acima para representar o aquífero fraturado, 8 cm sobre

o anterior para representação do aquífero poroso e as outras camadas do solo e os 9 cm restantes para a representação das cidades.

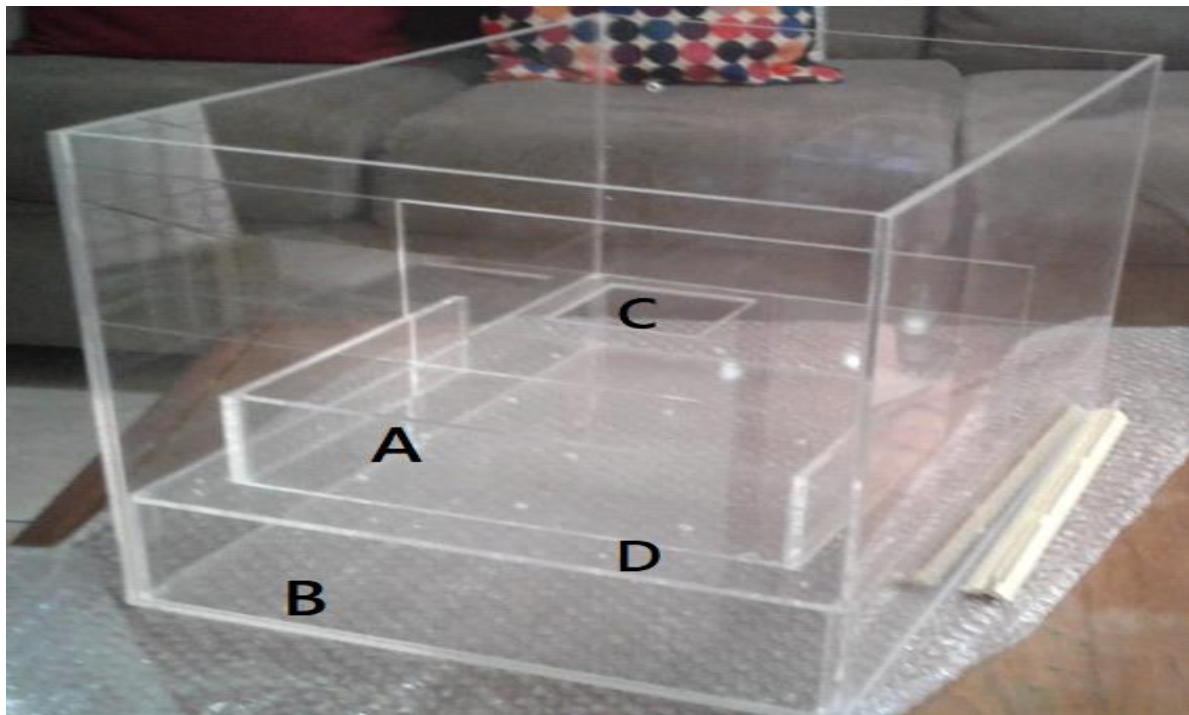


Figura 29 - Caixa de acrílico antes da montagem da maquete, sendo (a) o compartimento que retarda o escoamento de água; (b) o reservatório de água; (c) a abertura para fixação da bomba, (d) o fundo falso. Fonte: acervo pessoal da autora.

O design da maquete, bem como a configuração dos elementos que se pretendeu abordar na pesquisa, foram representados pelos seguintes materiais e técnicas:

1º. Subsolo

O aquífero fraturado foi reproduzido com a técnica de papel de revista descolorido com solvente de tinta, colado em papelão e recoberto com resina epóxi.

O aquífero poroso foi representado com pedras feitas de biscoito (Figura 32), inseridas nas fissuras da espuma de poliuretano (Figura 31) com formato e dimensões parecidas com as da caixa, 50 cm x 35 e 12cm de altura. As outras camadas do solo foram pintadas na espuma que forma a base das cidades. Os aquíferos são iluminados por meio de uma fita de led para facilitar a observação da água (Figura 33).

Para a base das duas cidades, dentre vários testes com materiais, a espuma de poliuretano melhor se adequou para representar pela sua permeabilidade natural e possibilidade de impermeabilização.

2º. Superfície natural:

A cobertura vegetal do solo foi constituída com a camada verde de esponja de cozinha (Figura 30 B);

3º. Vegetação

Utilizou-se vegetação artificial plástica.

4º. Superfície urbana

O solo impermeável (asfalto) foi construído com o tecido de algodão e impermeabilizado com termolina (Figura 30 C).

5º. Edificações

Para a construção da cidade, foram empregados blocos de madeira que fazem parte de um brinquedo chamado “pequeno construtor” (Figura 30 A).

6º. Chuva

Para a chuva, foi utilizada uma nuvem plástica de brinquedo com uma abertura para acoplar a mangueira. Na sua base foram abertos alguns orifícios para a passagem da água (Figura 33, lado esquerdo superior).

Procurou-se mostrar os diferentes elementos em escala real, optando-se por variações na escala para representar melhor os fenômenos de interesse.



Figura 30 - Disposição de materiais da maquete: (a) bloco de madeira (5cm), (b) superfície permeável com esponja de cozinha (30x 25cm), (c) cobertura impermeável em Tecido de algodão ((30x 25cm), (d) espuma de poliuretano (50x 35x 12 cm), (e) rio de resina epóxi (5x 40cm). Fonte: acervo pessoal da autora.



Figura 31 -Espuma de polietileno
Fonte: acervo pessoal da autora.



Figura 32 -Pedrinhas de biscoit



Figura 33 - Vista de fundo da maquete com os mecanismos de bombeamento de água e iluminação.
Fonte: acervo pessoal da autora.

Funcionamento mecânico do fluxo da água

As nomenclaturas a seguir foram adotadas didaticamente: “cidade (A)”, para aquela com representação de sistemas de drenagem sustentável e “cidade (B)”, para aquela que representa o sistema tradicional de drenagem, além do excesso de pavimentação.

Ao cair na forma de chuva, a água se infiltrará rapidamente na cidade (A), pois seu solo foi confeccionado com material altamente permeável. Assim que infiltra, a água passa pelos aquíferos poroso e fraturado. O fluxo nesses aquíferos pode ser observado nas laterais da caixa de acrílico transparente. Um sistema de iluminação foi instalado para facilitar ainda mais esta visualização. Todo o volume dessa água retornará ao reservatório inferior por meio de pequenos furos no fundo falso da caixa.

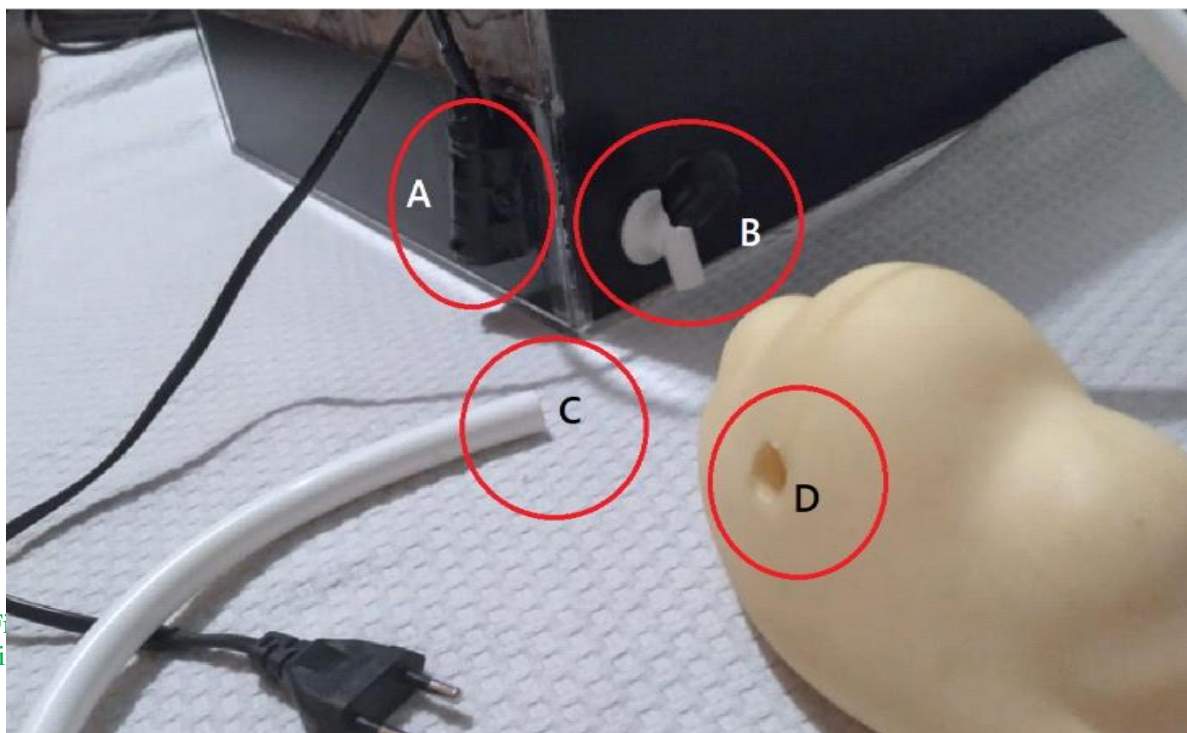
A cidade (B) fica alagada por um tempo, sendo posteriormente drenada pelas porções permeáveis. Nesse caso, precisou-se fazer alguns testes antes para que se chegasse num ponto de equilíbrio a qual a absorção pela espuma fosse retardada pela impermeabilização de algumas regiões. Desta forma, a água se acumula formando os alagamentos, mas é absorvida pela espuma ao longo do tempo. Esse fluxo também escorre para o fundo falso da caixa que o drena e direciona para o reservatório inferior. Parte das

águas desta cidade, que tem o sistema de drenagem tradicional, são lançadas no rio que circunda a cidade por um canudo que simula o sistema de drenagem pluvial subterrâneo.

O fato da água que infiltra sempre cair no fundo falso furado, independente da velocidade de infiltração, e retornar para o reservatório inferior, garante que o mesmo seja frequentemente reabastecido permitindo um fluxo de água constante para alimentar o sistema de bombeamento.

Na cidade (B), a quantidade de água que passa entre a espuma que simula o solo e os aquíferos, é inferior por ter recebido um reforço a mais de vedação. A intenção de diminuir o quantitativo de água nesses locais se deu justamente para que os alunos associem a impermeabilização do solo com a redução da percolação da água que alimenta os aquíferos subterrâneos, causando como consequência um impacto na disponibilidade de água. É importante ressaltar, com a utilização da maquete, que no DF a relação de expansão urbana com redução de água também é agravada pelo considerável aumento na extração de águas subterrâneas para abastecimento doméstico em áreas irregulares.

Terminadas as atividades, a água é drenada da maquete por uma torneira de plástico acoplada no reservatório (figura 34 B). Sua reposição poderá ser feita pela extremidade da mangueira que pode ser retirada e encaixada da nuvem com facilidade e conectando em uma torneira qualquer até atingir a quantidade ideal no reservatório. Figuras 34 C e 34 D, respectivamente.



3.2 Resultados

O produto deste trabalho consiste em uma maquete que foi projetada como modelo para futuras produções de produtos ecopedagógicos e para compor o acervo de materiais pedagógicos do projeto Parque Educador, que acontece no Centro de Referência em Educação Ambiental no parque ecológico de Águas Claras - Distrito Federal (figuras 36).



Figura 35. Aula no parque, cujo tema era a otimização do uso da água, a partir da observação do sistema de captação de água da chuva e do jardim de xerófitas.



Figura 36. Maquete do parque; impacto do desmatamento em área rural no ciclo da água.



Figura 37. Aula no parque. Atividade de pescaria de lixo com perguntas e respostas sobre ciclo da água, pegada hídrica e resíduos sólidos.

O projeto, somente neste parque, atende 12 turmas de alunos da rede pública a cada semestre. O atendimento das turmas acontece semanalmente para 6 turmas, ou mensalmente para o restante, a depender da escolha da escola no ato da inscrição.

A maquete representa o ciclo hidrológico em duas situações diferentes de áreas urbanas. O design da maquete possibilita a observação por todos os lados, aumentando a interação entre os alunos.



Figura 38. Imagem da maquete com suas respectivas as dimensões. Fonte: Acervo pessoal.

O dispositivo de fazer chuvas (nuvem), que se predefine neste trabalho como o início do ciclo hidrológico, é mostrado em detalhe na figura 39, sendo que o mesmo pode ser manuseado por um aluno por vez.



Figura 39 - Imagem com o dispositivo de fazer chuvas (nuvem) em funcionamento. Fonte: acervo pessoal da autora.

A figura 3 mostra em planta as duas situações de ocupações urbanas. Em ambas, o condicionamento geológico subterrâneo do DF está representado.

Cidade com sistema de drenagem sustentável Cidade com sistema tradicional de drenagem

Cidade A

Cidade B

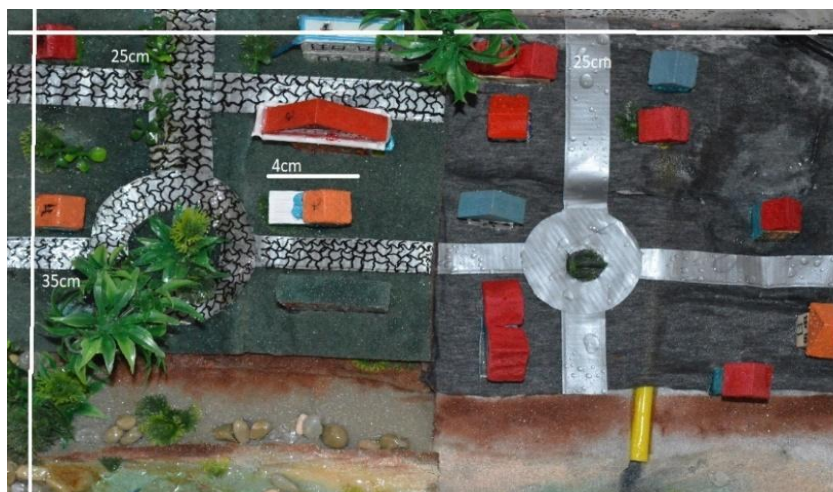


Figura 40 - Visão em planta da maquete. Fonte: acervo pessoal da autora.

A cidade (a) simula sistemas sustentáveis de drenagem de águas pluviais muito abundante em áreas verdes e com mecanismos que induzem a infiltração das águas pluviais no solo, evitando os alagamentos por respeitar o fluxo natural da água da chuva: escoamento, infiltração e evaporação. Os mecanismos utilizados são trincheiras; valas; bacias e poços de infiltração; jardins de chuva e pavimentos drenantes, além de sistemas de captação de água da chuva para usos menos nobres. A infiltração da água permitirá aos alunos observarem a recarga dos aquíferos subterrâneos mais comuns no DF, o poroso sobreposto ao fraturado por meio do acrílico transparente.

A outra cidade (b) representa o sistema pluvial de drenagem tradicional, onde o excesso de pavimento impedirá que a água infiltre no solo; sendo captada por bueiros e posteriormente direcionadas ao rio mais próximo. Por ser sobrecarregado nos momentos de altos índices pluviométricos, o sistema de drenagem insuficiente fará com que a água não escoada, se acumule na cidade, causando alagamento (Figura 41). A interceptação da água da chuva pelos pavimentos reduzirá drasticamente a percolação da água, não sendo o bastante para a recarga dos aquíferos subterrâneos representados.



Figura 41. Representação de alagamento pelo excesso de água e dificuldade de infiltração de água em ocupações urbanas tradicionais como as atuais do DF. (Fonte: acervo pessoal da autora)



Foto 42. lateral com representação dos aquíferos. Poroso sobreposto ao fraturado. Fonte: acervo da autora.

O perfil geológico, subterrâneo, para ambos os casos mostra duas zonas de armazenamento de água sotoposta uma à outra. A superior, representada pelos solos que são denominados de aquíferos porosos sobre uma zona inferior de rochas fraturas, denominada de aquífero fraturado. O aquífero fraturado é abastecido pelo aquífero poroso, e esse por sua vez pelas águas das chuvas.

A maquete conta também com um rio que corta as duas cidades. Ele surge na cidade com sustentabilidade hídrica, onde possui boa vazão e águas limpas com peixes e vegetação ripária. Na cidade impactada pela impermeabilização, sua vazão subterrânea reduz drasticamente e o escoamento superficial aumenta, além das águas se encontrarem poluídas por arrastar toda a sujeira urbana. A ideia é que a criança observe e correlacione a impermeabilização das cidades com as enchentes em épocas de chuva intensa e a alteração do ciclo hidrológico, reduzindo a disponibilidade de água em época de seca, em aquíferos subterrâneos, que por sua vez afetam a disponibilidade hídrica dos mananciais superficiais.

Os materiais utilizados permitiram representar de forma fidedigna algumas fases do ciclo hidrológico da região urbana do DF, desde a precipitação de chuvas, escoamento

superficial, infiltração e permanência nos aquíferos, respeitando-se os condicionantes fisiográficos locais que foram embasados em pesquisas científicas já publicadas. Desta forma, pressupõe-se que a maquete como instrumento pedagógico interativo 3D e, contextualizado à realidade dos estudantes de escolas públicas, que visitam os parques da cidade para aulas de ensino não formal, possibilite dirimir dúvidas e esclarecer o funcionamento real, tanto do ciclo hidrológico, bem como das interferências urbanas sobre o mesmo.

A intenção é mostrar que existem alternativas que indicam à gestão das águas pluviais, quais são os caminhos possíveis para que se aproxime da sustentabilidade hídrica ao mesmo tempo em que reduz impactos nos dois extremos, cheias ou secas, utilizando estratégias que possam harmonizar com as paisagens urbanas, sendo algumas delas inspiradas na própria natureza.

3.3 Proposta para aplicação/ verificação de efetividade e uso como material didático.

As incertezas e dificuldades impostas pela pandemia do coronavírus durante os anos de 2020 e 2021 afetaram as propostas pensadas para a verificação de efetividade do produto. O modelo apresentado à banca de qualificação não foi consolidado devido às condicionantes burocráticas atribuídas pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade de Brasília, que dificultadas pela pandemia, caso fossem obedecidas, inviabilizariam os prazos da defesa. Por esta razão, a descrição abaixo consiste em uma sugestão para futura aplicação e controle da efetividade da maquete no Parque Ecológico de Águas Claras, cujos resultados deverão ser divulgados por meio de artigo científico.

3.3.1 Ambiente de pesquisa.

A pesquisa deverá ser realizada por meio de Grupo Focal, doravante designado por suas iniciais GF, durante as aulas do projeto Parque Educador, que acontecem no parque ecológico de Água Claras.

3.3.2 Sujeitos de pesquisa

Para esta pesquisa, serão analisados os dados fornecidos por alunos com idade entre 10 e 11 anos de duas turmas distintas, que cursam o quinto ano do ensino fundamental na rede pública de ensino do DF, em escolas que frequentam o projeto na modalidade de 10 encontros ao longo de um semestre. Esta faixa etária foi selecionada de acordo com o conteúdo proposto pelos PCNs e pelo currículo em movimento.

Cada um dos dois grupos entrevistados deverá conter oito alunos. O número de oito componentes para o GF obedece às recomendações do número de integrantes para GF, que variam entre seis e dez (para pesquisadores iniciantes na aplicação do método), além de considerar que os participantes serão crianças.

3.3.3 Método de Aplicação

A proposta de aplicação futura da maquete com o GF deverá ocorrer em uma aula regular que já acontece no parque de Águas Claras. Posto isso, serão apresentadas, simultaneamente, tanto a descrição de uma aula tradicionalmente aplicada no parque, bem como a sugestão do modo de aplicação da maquete nessa aula.

A aula tradicional do parque é baseada em três momentos pedagógicos, Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento. Esta sequência didática também servirá como sugestão para o uso da maquete em futuras aulas ministradas por outros educadores ambientais, uma vez que a mesma foi desenvolvida para compor o conjunto didático deste parque.

É importante ressaltar que o projeto Parque Educador se baseia na Pedagogia da Terra (Gadotti, 2000) e que todas as aulas se iniciam com atividades de meditação, automassagem e relaxamento, que buscam valorizar o bem estar próprio, do próximo e do planeta.

No primeiro momento de Problematização Inicial das aulas no parque, quando as atividades acima mencionadas são realizadas, associa-se a elas a apresentação do tema, quando muitas das vezes são introduzidos questionamentos inerentes à problematização do tema. Normalmente essa etapa acontece em um dos espaços abertos do parque, sendo realizada por meio de dinâmicas cooperativas, músicas, poesias, danças circulares, contação de histórias, entre outras estratégias pedagógicas que são aplicadas após a automassagem, relaxamento ou meditação guiada, conforme mostra a figura 43. Nesta

fase, também se busca realizar um diagnóstico do conhecimento prévio dos alunos a respeito do tema.



Figura 43. Dinâmica inicial no gramado do parque. Acervo pessoal da autora.

Para a aula em questão, sugere-se como primeira atividade a “dinâmica da conexão”, uma atividade já utilizada nas aulas, que deverá ocorrer em uma das áreas de gramado. O objetivo dessa atividade é apresentar a temática “água e seu ciclo” e as relações de conexão dos elementos do planeta.

A "dinâmica da conexão" consiste numa meditação guiada, com o intuito de trazer os alunos ao momento presente por meio da apuração dos sentidos da audição, tato, olfato e paladar com foco na respiração, realizada de olhos fechados. Para tal, um copo com água e três uvas serão entregues previamente a cada criança, enquanto o som, suave e baixo, de água corrente, deverá ser ligado numa caixa de som. Na sequência, com as crianças de olhos fechados, pulveriza-se água perto de cada uma com o auxílio de um borrifador plástico de forma que elas consigam sentir esse vapor da água, principalmente por meio da respiração. Em seguida, os alunos deverão ser convidados a comer as uvas com atenção especial no aroma e sabor, na textura e na suculência da fruta. E por fim, pede-se que os mesmos bebam a água com percepção na temperatura e na textura até que a mesma seja ingerida.

O objetivo vivencial dessa atividade é fazer com que os alunos percebam que a água (I) está presente no ar e que o vento é responsável por sua movimentação; (II) está presente nos alimentos e que os mesmos dependem da mesma para sua produção e para nos alimentar; (III) faz parte do corpo humano e que se faz necessário ingeri-la para sobreviver e, que (IV) existe uma conexão entre o corpo humano e o planeta perceptível pela respiração, água e alimentos e, caso uma dessas conexões seja interrompida, a vida corporal se desfaz, sendo o corpo reabsorvido pelo ambiente por meio da decomposição.

Após a vivência, a problematização do tema por meio de um diálogo é proposta quando algumas questões relativas ao ciclo da água serão lançadas e quando também será possível ao educador fazer um levantamento diagnóstico sobre o conhecimento prévio dos alunos acerca do tema. Abreu (2017 P.4) diz que “as questões problema podem ser mediatizadas por diversos recursos didáticos, como a letra de uma música, produções filmicas, documentários, notícias, fotografias, charges, poemas, narrativas”, dentre outras inúmeras possibilidades.

A continuidade da atividade, com o intuito de situar os alunos em seu ambiente ao redor, bem como para ampliar geograficamente as conexões anteriormente estabelecidas e perceber as influências urbanas no ciclo da água, os alunos serão convidados a realizar uma trilha com cerca de 1 quilômetro de distância dentro do parque. Devido a pertinência das características fisiográficas do mesmo, os alunos terão a oportunidade de passar por (I) dois lagos alimentados pelas nascentes localizadas no meio da (II) mata de galeria (figuras 25 e 44), que transita para outra fitofisionomia mais preservada de (III) cerrado sentido restrito, ou para (IV) áreas verdes com maiores alterações antrópicas e (V) áreas com urbanização, tanto verticalizadas com maior densidade, quanto ocupações menos adensadas em condomínios horizontais.

Conforme o relato descrito no item 2.6.1 - Caracterização do Meio Físico do Parque de Águas Claras, esta trilha estimula a discussão a respeito da alteração no ciclo hidrológico causadas pelo meio urbano. A cidade de Águas Claras foi construída em uma região de nascentes, e muitos alunos já têm esse conhecimento e costumam relatá-lo nas aulas. No entanto, constantemente apresentam dificuldade em relacionar a urbanização com a redução da disponibilidade de água na estação de seca e ameaças de escassez futura.

De acordo com Muenchen e Delizoicov (2014), durante problematização das questões relativas ao tema, que fazem parte do cotidiano dos alunos, deverão ser

abordadas no diálogo a fim de que os próprios exponham seus conhecimentos e o que pensam a respeito. Delizoicov (2002) esclarece que eventuais limitações e contradições poderão ser reveladas pelos alunos ao longo desse diálogo. Questionamentos deverão ser lançados a respeito do que observam nas estações chuvosas nos locais onde moram e, se já tiveram a oportunidade de observar e comparar região de nascentes, rios ou lagos durante as estações chuvosas e secas.

É importante esclarecer que essa observação costuma ser estimulada no próprio parque, uma vez que o período de aulas se inicia na estação chuvosa, onde os lagos estão cheios ao ponto de transbordarem, e termina na estação seca, quando é possível observar o recuo de aproximadamente 1,5 metros da margem pela diminuição das águas (figura 44).



Figura 44. Trilha no parque educador. Observação da lagoa dos patos. Fonte: Acervo pessoal da autora.

As turmas que ingressam no segundo semestre observam a mesma situação, mas na ordem contrária; inicialmente a seca e posteriormente cheia.

A fase de problematização não deve se restringir a simples apresentação de situações problemas e *feedback* dos alunos para diagnóstico. Freire (2009) alerta para a necessidade de superação da visão ingênua que advém do senso comum, sendo o caminho para tal superação, a inserção da curiosidade epistemológica. Esta curiosidade se dá por meio de mediações embasadas em princípios científicos, além de questionamentos reflexivos, no intuito de estimular os alunos a desenvolverem o senso crítico. Isto é, o aluno precisa resgatar seu conhecimento e repensá-lo num contexto reflexivo e questionador para, enfim, julgar se aquele saber é realmente legítimo. Conforme os

questionamentos próprios surgem, os interesses na aquisição de novos conhecimentos vão sendo despertados.

De acordo com Muenchen e Delizoicov (2012), o interesse dos alunos pelos novos conhecimentos significa a transição da curiosidade ingênua para a curiosidade epistemológica, sendo este um dos objetivos mais importantes desta etapa por preparar os alunos para as próximas etapas do processo de aprendizagem. Além disso, os problemas propostos na problematização tendem a levar a conflitos cognitivos e estes geram hipóteses, que são importantes na reconstrução de compreensões embasadas na ciência em contextos provavelmente mais dotados de criticidade (CARVALHO; GIL-PEREZ, 2011 apud ABREU, 2017).

As dúvidas, anseios e curiosidade gerados na problematização e o domínio do diagnóstico pelo professor o levarão para a segunda fase da aula, na qual as questões epistemológicas são lançadas de forma a preparar o aluno para o enfrentamento do problema. (ABREU, 2017).

A próxima fase consiste na Organização do Conhecimento, quando o (a) professor (a) apresentará os conteúdos selecionados da etapa anterior para que os alunos possam desenvolver novos conhecimentos embasados nas concepções científicas referentes às situações problematizadas.

Esta nova etapa pode ser de confronto, onde o aluno pode superar a visão comum e insuficiente alusiva ao objeto de estudo por meio da mediação do professor, que aponta novos caminhos e possibilidades para junto com os alunos organizarem novos conhecimentos. Abreu (2017) diz que:

...é nessa etapa que deve ocorrer à ruptura dos conhecimentos fundamentados no senso comum, superando as visões ingênuas de mundo manifestadas pelos alunos, construindo olhares mais críticos para enxergar e interpretar a Ciência envolvida no fenômeno estudado (ABREU, 2017 p. 5)

Nesta fase, também denominada de instrumentalização, diversas formas de apresentação dos conteúdos devem ser introduzidas a fim de suprir a demanda imposta pela diversidade de alunos da turma, tendo em vista que cada aluno apresenta uma forma de assimilar as informações recebidas de acordo com sua peculiaridade cognitiva (DELIZOICOV, 2002; IMBERNÓN, 2011; MUENCHEN, 2010 E ABREU, 2017).

Posto isso, após o retorno da trilha será apresentado aos alunos, no salão do parque, um vídeo da Agência Nacional de Águas (ANA), com três minutos de duração, que aborda o ciclo da água, ressaltando as intervenções causadas pelo meio urbano. Com a exibição do vídeo, um diálogo referente ao tema deverá ser estabelecido para que os alunos possam refletir e confrontar seus conhecimentos prévios com as novas ideias propostas.

Após a exibição do vídeo da ANA - uma animação gráfica em 2D, que já traz a possibilidade de visualização das fases subterrâneas das águas, impossibilitada aos olhos humanos, considera-se o momento mais adequado para a apresentação da maquete, que consiste num recurso interativo 3D, onde os alunos terão a oportunidade de observar, manusear, questionar e entender os processos naturais do ciclo hidrológico e as interferências urbanas que ocorrem na região do DF. São essas particularidades que fazem da maquete um recurso didático interativo, tridimensional, contextualizado com o cotidiano dos alunos.

Recomenda-se que os alunos sejam posicionados em torno da maquete para observá-la em funcionamento, enquanto um deles manipula a nuvem com a chuva. A intenção será de estimulá-los a observar o que acontece com a água precipitada, induzindo-os a notar quais são os possíveis caminhos encontrados pela água, dependendo do tipo de ambiente urbano com suas distintas estratégias de drenagem pluvial, bem como o armazenamento da mesma nos diferentes tipos de aquíferos encontrados na região (poroso e fraturado).

Uma vez finalizada a interação com a maquete, sugere-se a leitura dos painéis explicativos nas laterais dela em conjunto com os alunos, a fim de que eles possam compreender os mecanismos utilizados pelas distintas estratégias de drenagem e quais são as implicações de cada um deles, tanto nas águas subterrâneas quanto na disponibilidade hídrica para abastecimento público.

É importante esclarecer que nesse momento também sugere-se estimular uma reflexão acerca dos prejuízos sociais, econômicos e ambientais causados pelos alagamentos, pelo escoamento superficial e pelo despejo das águas pluviais nos rios que circundam ou cortam as cidades.

A maquete também propicia um diálogo reflexivo a respeito do crescimento desordenado das cidades, que está diretamente relacionado com: (I) a necessidade de

políticas públicas efetivas que subsidiam programas de moradia para pessoas de baixa renda, (II) o avanço das cidades em áreas preservadas de cerrado e as consequentes perdas de serviços ecossistêmicos e (III) as fragilidades encontradas nas políticas de comando e controle que fiscalizam as grilagens de terra etc.

A verificação da efetividade inicial da maquete ocorrerá no terceiro momento da aula, denominado de Aplicação do Conhecimento. Nesta fase, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), deve-se abordar de forma sistemática todas situações norteadoras para a construção do conhecimento, desde a fase de problematização, relacionada ou não à temática inicialmente apresentada. Abreu (2017) sugere para este momento a produção de cartazes, folders, vídeos, seminários, debates entre outros.

Para esta aula deverá ser desenvolvida uma roda de conversa que servirá como atividade preparatória para a aplicação das perguntas do GF. Nesta ocasião, os alunos deverão relatar aos colegas e professores o que foi observado, aprendido e concluído por eles em um processo de revisão, apresentando-se, também, como um momento oportuno, para a professora ponderar a capacidade desenvolvida pelos alunos em correlacionar os problemas discutidos e o conhecimento adquirido com as situações reais, a partir de argumentos lúcidos, pragmáticos e críticos, em um contexto que supera as questões científicas, atingindo as dimensões sociais, econômicas, ambientais, culturais e políticas de forma sistêmica (MUENCHEN, 2010 apud ABREU, 2017).

Uma vez estabelecido o diálogo por um prazo satisfatório em roda de conversa, a turma será dividida em dois grupos. O primeiro grupo com oito alunos, separados de forma aleatória, permanecerão no salão do parque com a professora que aplicou a maquete, que agora deverá assumir o papel de moderadora ou pesquisadora. Um segundo grupo, com os outros alunos, seguirão com uma outra professora do parque para conclusão da aula por meio da construção de um mapa mental.

As questões sobre a maquete na perspectiva do GF deverão ser introduzidas numa segunda roda de conversa com os oito alunos por meio de questionamentos (Apêndice 1) referente à sua pesquisa, de forma a coordenar as falas dos participantes. Neste momento, as questões a serem investigadas servirão como eixo norteador da conversa, cujo foco principal será disponibilizar dados a serem colhidos para o desenvolvimento da pesquisa.

Patton (1990) diz que o estabelecimento de critérios específicos como organização, logística e aplicação do GF, que atendam o propósito de pesquisa, é condição fundamental para o bom desempenho do trabalho. Assim, conforme as recomendações para o GF, os dados para a pesquisa serão coletados por meio de vídeos e/ou áudios mediante autorização prévia dos responsáveis dos alunos para uso de imagem e de participação em pesquisa científica. Para a produção dos vídeos e/ou áudios, a professora/pesquisadora contará com o auxílio de um ou dois colaboradores responsáveis pelo registro em equipamentos áudio visual durante a interação com o grupo.

De acordo com a definição de Morgan (1997), esse método tem sua origem nas entrevistas grupais, que coletam informações por meio das interações entre os participantes gerando uma pesquisa qualitativa. Nele, um grupo ou mais, com número predefinido de pessoas, se reúne para discutir algo sobre determinado assunto proposto pelo pesquisador ou moderador. Este moderador terá o papel de fazer os questionamentos listados referente à sua pesquisa e coordenar as falas dos participantes (Kitzinger, 2000 apud BOMFIM 2009, p. 780) diz que

...o grupo focal é uma forma de entrevistas com grupos, baseada na comunicação e na interação, cujo principal objetivo é reunir informações detalhadas sobre um tópico específico (sugerido por um pesquisador, coordenador ou moderador do grupo) a partir de um grupo de participantes selecionados.

Além disso, essa técnica reúne informações que podem proporcionar a compreensão de percepções, crenças e atitudes sobre um tema, produto ou serviços. O GF é frequentemente utilizado para avaliar a efetividade de jogos e outros instrumentos pedagógicos.

O método tem demonstrado resultados positivos no fornecimento de dados, inclusive em pesquisas feitas com crianças. Castelfranchi (2002) afirma que o GF pode ser eficiente por favorecer a revelação de dados importantes pelos participantes devido sua flexibilidade, sendo esta uma característica oposta à rigidez intrínseca aos questionários, que são elaborados a partir de conceitos e proposições estabelecidos pelos pesquisadores. Sua distinção da entrevista individual se dá pela interação entre as pessoas, que pode criar um ambiente propício a gerar mais informações e, assim, contribuir para a obtenção de informações mais fidedignas à pesquisa.

3.4 FUTURA ANÁLISE DE RESULTADOS

O grupo focal consiste em uma modalidade de pesquisa qualitativa na qual se aplica uma entrevista de grupo. Hart (2007, p.27) diz que

... a proposta da maioria das pesquisas qualitativas é compreender os eventos humanos, em seus contextos, de tal forma a deixar espaço para a reflexão (talvez reflexão crítica) e para o exame intersubjetivo.

Desta forma, a modalidade de grupo focal, inserida na categoria de pesquisa qualitativa, apresenta-se adequada aos objetivos pretendidos nesta pesquisa.

De acordo com Moraes (2007 p. 87), “Pesquisas qualitativas seguidamente trabalham com informações apresentadas em forma de textos”. Com isso, a análise textual, que se manifesta em um processo de análise e síntese, ocorrerá mediante a transcrição de toda a gravação da entrevista realizada para a coleta de dados em arquivo de *word*, formando um texto *corpus*, que na definição de Bardin (1977) constitui-se pelo conjunto de textos submetidos à análise no qual manifestam uma diversidade de opiniões ou relatos sobre o que se quer investigar.

Após a transcrição do texto *corpus*, o mesmo deverá ser submetido a uma análise que envolve um processo de “*unitarização*”, isto é, a identificação e o isolamento de enunciados que permitem a criação das categorias das respostas identificadas. Segundo MORAES (2007 P. 89 e 90), a categorização gera unidades de análise, as quais estão diretamente associadas aos objetivos de análise, sendo que “cada categoria é um conjunto de unidades de análise que se organiza a partir de algum aspecto de semelhança que as aproxima”. Para ele, a divisão em partes permite um melhor entendimento do todo, desde que a essência do mesmo seja preservada após a fragmentação. Esta *unitarização* “ajuda a focalizar elementos específicos do objeto de estudo, aspectos que o pesquisador entenda e que mereça destaque” (MORAES, 2007 p. 90).

O processo de unitarização requer a definição e a descrição daquilo que engloba cada categoria, as quais trilham o caminho necessário para que se atinja dados necessários para um resultado final.

O aparato de categorias extraídas do corpus gera um *metatexto*, que se apresenta como o efetivo produto da análise. No entanto, há de se lembrar que tanto o *corpus*, quanto o *metatexto*, são meios de comunicação linguística que envolvem a subjetividade e os modos de interpretação e compreensão de todos os sujeitos envolvidos na sua produção, pois “toda leitura de um texto é uma interpretação. Não há possibilidade de uma leitura objetiva e neutra; o pesquisador precisa assumir que sua própria leitura é influenciada por suas teorias e idéias” (NAVARRO E DIAS 1994 APUD MORAES 2007, p.88).

Ao final da análise, a frequência das categorias de respostas deverá ser registradas a fim de se gerar as percentagens, que deverão ser divulgadas em gráficos para elaboração de um futuro artigo científico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por se tratar de uma proposta nova, o desconhecimento de modelos preexistentes para tomar como base fizeram com que testes com diversos materiais fossem necessários até encontrar os mais adequados para a construção do produto.

Os efeitos do isolamento social e o fechamento do comércio devido a pandemia do Coronavírus impossibilitaram a compra de alguns materiais e atrasaram a construção do produto. Além de impedir, por ora, a aplicação do teste para verificação de sua efetividade.

Os materiais utilizados na confecção da maquete possibilitaram a reprodução didática do comportamento do ciclo hidrológico no DF nas duas situações simuladas. Espera-se que, com a representação realística das duas situações de infiltração de água em ambiente urbano e ainda, com a visualização do modelos aceitos de aquíferos para o DF, representados na maquete, os alunos tenham a oportunidade de (I) se aproximarem da realidade do entorno que os cercam de forma contextualizada; (II) questionar e apresentar soluções quanto à melhor ocupação do solo do território com vistas a preservar os recursos hídricos dos quais são dependentes; (III) visualizar modelos ilustrativos que facilitam a compreensão sobre aquíferos e fluxo hídrico; (IV) promover a hidroética a partir das discussões entre os possíveis sistemas de drenagem de águas pluviais em meio urbano e (V) validar a utilização de uma maquete interativa como recurso didático no ensino de ciências ambientais.

Nesse sentido, a maquete traz ilustrações de métodos de drenagem que fazem parte da vivência cotidiana dos alunos e, ao mesmo tempo, apresenta novas formas que são mais sustentáveis e possíveis de serem implementadas. Com isso, a intenção, além do exposto anteriormente, seria provocar um confronto para que os educandos desenvolvam uma visão crítica enquanto dialogam entre si e com o professor a respeito de diversos assuntos a respeito da temática “ciclo da água no ambiente urbano”, como por exemplo: as formas mais comuns de crescimento das cidades brasileiras; quem são os mais afetados pelos alagamentos e quais são prejuízos e danos; qual a relação entre o crescimento desordenado das cidades com uma possível crise hídrica; quais são os desafios de se implementar novos sistemas de drenagem pluvial etc.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAS. Educação: **Águas Subterrâneas o que são**. Disponível em: <https://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao>. Acesso em: 19/08/2019

AGÊNCIA BRASÍLIA disponível: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2018/06/30/parte-da-residencia-oficial-do-governador-sera-doadada-ao-parque-de-aguas-claras/>

ABREU, J.B, FERREIRA, D. T, FREITAS, N. M. DA S. **OS três momentos pedagógicos como possibilidades para inovação didática**. Florianópolis, XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em [Chttp://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2589-1.pdf](http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2589-1.pdf)iências, **2017**

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Mais da metade dos municípios podem ficar sem água em 2015. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/mais-da-metade-dos-municapios-podem-ficar-sem-a.2019-03-15.1811544071>.

Ludicidade e o ensino infatil. Universidade Federal da Bahia. Salvador, EDUFBA, 2009

ANGOTTI, ,J, A,P e AUTH, M, A: **Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação**. Bauru: Ciênc. educ. vol.7 nº.1, 2001

BACCI. D, de La C.; PATACA. E, M. **Educação para a água**. São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: edições 70, 1977

BOMFIM, L, A. **Conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde**. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-73312009000300013>

BORGUETTI, N.R.B.; BORGHETTI, J.R.; ROSA FILHO, E.F. **O Aquífero Guarani**. São Paulo, 2004.

Braga, R.C.M.S. **Valorização ambiental do parque ecológico de usos múltiplos de Águas Claras- DF**: Analisando a dispisição a pagar dos usuários pelo uso. Brasília, 2009

BRANDÃO. A : **A Crise e o Consumo De Água Em Brasília**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/>

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília. Secretaria de Educação: MEC, 1998.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília. Versão 1, outubro 2015.

Brito Neves, B. B., Campos Neto, M. C., Fuck, R. A. 1999. From Rodinia to Western Gondwana: An approach to the Brasiliano-Pan African Cycle and orogenic collage. *Episodes*, 22:155-166.

CADORIN, D, A; MALLO, N, A. **Efeitos da impermeabilização dos solos sobre a arborização no município de pato branco- PR**. Paraná. Synergismus scyentifica. 20011

CAMPOS, J.E.G. **Hidrogeologia do Distrito Federal: Bases para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos**. R. Bras. Geoci., 34:41-48, 2004.

CAMPOS, J. E. G., DARDENNE, M. A., FREITAS-SILVA, F. H., MARTINSFERREIRA, M. A. C. **Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da Faixa Brasília**. Braz. J. Geol., São Paulo, v, 43, no, 3, p. 461-476, 2013.

CAMPOS, J. E. G. Hidrogeologia do Distrito Federal: bases para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos. *Revista Brasileira de Geociências*, n. 34, v.1, p. 41-48, 2004.

CASTELFRANCHI, Y; MANZOLI, F; GOUTHIER, D.; CANNATA, I. **Ciência, tecnologia e cientistas no olhar das crianças: um estudo de caso**. 2002.

CUNHA, Tássio Barreto. et al. **Uma sinopse na Política Mundial da Água**. In XVI Encontro

CALLAI, H. C. Aprendendo a Ler o Mundo: A Geografia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Cadernos Cedes*, Campinas, vol. 25, n. 66, maio/ago. 2005.

CAPRA, F: **O Ponto de Mutação**. São Paulo: Cultrix, 2006 Nacional de Geógrafos. Anais...Porto Alegre, 2010

CARVALHO, J. C; Lelis, A.C . **Cartilha de infiltração**. Série Geotecnia v. 2, Brasília, UnB, 2010

CATALÃO, V.; RODRIGUES, M (ORGs). **Água: como matriz ecopedagógica**. Brasília, 2006

CHISTOFIDIS, D; Assumpção, R. S.F.V; Kligerman, D, C. **Evolução histórica da drenagem urbana**: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. *Revista Saúde Debate*, Rio de Janeiro, v.43. N. ESPECIAL3, P. 94-108, DEZ 2019

CHISTOFIDIS, H. V. **Drenagem Urbana Sustentável: análise do uso do Retrofit**. Dissertação de Mestrado (Centro de Desenvolvimento Sustentável), Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2010. Disponível em:

https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12216/4/2010_HugoDoValeChristofidis.pdf .
Acesso em: 19 de fev. 2020

CRUZ, M. A. S.; ARAÚJO, P. R.; AGRA, S. G.; SOUZA, V. C. B.; COLLISCHONN, W. **Valorização da água no meio urbano: um desafio possível**. IPH, UFRGS, 2001.

CRULS, L. (1894). **Relatório da Comissão Exploradora do Planalto Central do Brasil**. Brasília: CODEPLAN, 5a ed., 1995.

DARDENNE, M. A. The Brasília fold belt. In: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (Eds.), *Tectonic Evolution of South America*. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, p. 231-263. 2000.

D'EL-REY SILVA, L. J. H.; OLIVEIRA, I. L. DE.; POHREN, C. B.; TANIZAKI, M. L. N.; CARNEIRO, R. C.; FERNANDES, G. L. D. F.; ARAGÃO, P. E. Coeval perpendicular shortenings in the Brasília belt: Collision of irregular plate margins leading to oroclinal bending in the Neoproterozoic of central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 32, p. 1-13, 2011.

DELISOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia dos ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990

DELISOICOV, D.; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física? Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002.

DEMO, Pedro. **Educação e alfabetização científica**. São Paulo: Papirus. 2010

DRUMMOND J.A; BARRETO. C.G. **Introdução às ciências ambientais**: autores, abordagens e conceitos de uma temática interdisciplinar. Curitiba: Apptis. 1º ed, 2002

FARIA, D. **Educação Ambiental e Científico Tecnológico**. Brasília, 1997

FARIA, D. **Conhecimento, metodologias e relações interdisciplinares**. Brasília: Moderna Formação, 2005.

FARR, D. **Urbanismo sustentável**: desenhando com a natureza/ Douglas Farr; tradução: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

FAZENDA, I. C. A. **O que é interdisciplinaridade**. São Paulo: Edições Loyola, 6ª Ed., 2011, 65-85

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro**. São Paulo: Edições Loyola, 6ª Ed., 2011, 173 p.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 39. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009. 148 p.

CARDOSO, J.S; FERNANDES, F.M., S., DUARTE, C. F. **A Interdisciplinaridade e a Disciplinaridade: uma possibilidade de articulação do conhecimento**, Revista do ISAT, 2014 (1), 9-19.

FRITZEN, M.; BINDA, A. L. Alterações no ciclo hidrológico em áreas urbanas: cidade, hidrologia e impactos no ambiente - DOI 10.5216/ag.v5i3.16703. **Ateliê Geográfico**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 239–254, 2011. DOI: 10.5216/ag.v5i3.16703. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/atelie/article/view/16703>.

GADOTTI, M. **Educar para Sustentabilidade: Uma contribuição à Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Ed, L, 2008.

GADOTTI, M. **Pedagogia da Terra**. São Paulo: Peirópolis, 5ª Ed., 2000.

GDF, 2012. Zoneamento Ecológico Econômico do Distrito Federal. Disponível em: <http://www.zee-df.com.br/>. Acessado em 08 de jul de 2014.

GDF,. **Zoneamento Ecológico Econômico do Distrito Federal**. 2012

GONÇALVES, T. D. **Geoprocessamento como ferramenta para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos na região do Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília/Instituto de Geociências. 2007

Guia de parques do Distrito Federal, Ibram, 2013. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br/images/GUIA-DE-PARQUES>

GRÜN,M. **Ética e Educação Ambiental: A Conexão Necessária**.Campinas: Papyrus, 11ed, 1996

HARARI, Y, N. **Sapiens- Uma breve história da humanidade**. Porto Alegre: IePM Editores. 2015. 26ª edição.

Hart, P. **Narrativa, conhecimento e metodologias emergentes na pesquisa em educação ambiental**. In GALIAZZI, M. C., FREITAS, J. V. Orgs. **Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental**. Ijuí -Rs: Unijuí,2007 15-50.

HUERGO, M.C. C: **Diretrizes para inserção de práticas sustentáveis na melhoria da qualidade ambiental dos centros urbanos – Water Sensitive Urban Design: estudo de caso no município de Guaratuba**. Caderno gestão pública, v. 6, n. 4 Paraná, 2015
[HYPERLINK "about:blank"](#) [HYPERLINK "about:blank"](#) [HYPERLINK "about:blank"](#)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. Brasília, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/> Acesso em: 19/09/2020

IPEA, 2018: ODS- **Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: proposta de adequação. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/>

LIMA, Jorge Enoch Furquim Wernwck (Org). **Gestão da crise hídrica 2016-2018** : Experiências do Distrito Federal. Brasília: Adasa, 2018. Cap.01

IBRAM. Guia de parques do Distrito Federal. 2017. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/GUIA-DE-PARQUES.compressed.pdf>.

JATOBÁ, S.U. **Densidades Urbanas Nas Regiões Administrativas Do Distrito Federal**. Brasília: CODEPLAN, 2017.

LOUREIRO, C. **Cidadania e Maio Ambiente**. Salvador: Alquimia, 2003

MORGAN, D. L. *Focus group as qualitative research* London: Sage, 1997.

IBGE: **Conheça Cidades e Estados do Brasil**. v.4, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/panorama>

IPEA, 2018: ODS- **Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: proposta de adequação. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/>

JACOBI, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. *Cad. Pesqui.* [online], 2003

KARMANN, I. Ciclo da água: água subterrânea e sua ação geológica. In: Decifrando a Terra, Cap. 11. TEIXEIRA et al. (Org.). Companhia Editora Nacional. São Paulo, 2008.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928

LIMA, M. H. & VLACH, V. R. Geografia escolar: relações e representações da prática social. In: Rev. Caminhos de Geografia. Vol. 3, n° 5. ISSN: 1678- 6343. Fev/2002.

LOUADA, E. O; CAMPOS, J.E.G: **Proposta de Modelos Hidrogeológicos Conceituais Aplicados aos Aquíferos da Região do Distrito Federal**. R. Bras. Geoci., 35(3):407-414, 2005

LOUREIRO, C. **Cidadania e Meio Ambiente**. Salvador: Alquimia, 2003

MARANDINO, M. **Faz sentido ainda propor a separação entre os termos educação formal, não formal e informal?**. *Ciênc. educ.* Bauru , v. 23, n. 4, p. 811-816, Dec. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/cmjvH7v4mFZMsdjV5bWLJfM/?lang=pt>

MEC. Programa Nacional de Educação Ambiental. Brasília, 1994

MORAES, R. **Mergulhos discursivos análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos.** In: GALIAZZI, M. C., FREITAS, J. V. Orgs. **Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental.** Ijuí -Rs: Unijuí,2007

MORIN, E. **Os Sete Saberes Necessários para a Educação do Futuro.** São Paulo: *Cortex*, 2000

NASTT. **National guide to sustainable municipal infrastructure.** Canadá, Source and On-site Control for Municipal Drainage Systems, 2005. Disponível em: <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/accepted/?id=0fda9c0a-b047-45a1-b121-7248ea29aadb>

ONU. **Soluções baseadas na natureza para a gestão da água:** Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos- 2018; Genebra, Unesco, 2018

ONU. População mundial continua a aumentar, mas crescimento é desigual. ONU News, 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/07/1679631>.

ONU-Habitat. **World Cities Report 2016: Urbanization and Development - Emerging Futures.** Disponível em: <https://unhabitat.org/world-cities-report>.

PATTON, M. Q., 1990, *Qualitative Evaluation and Research Methods*, Sage Publications, Inc. Newbury Park: London, 2nd ed.

Pimentel, M. M., Rodrigues, J. B.; Dellagiustina, M. E. S., Junges, S., MAatteini, M., Armstrong, R. 2011. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, based on SHRIMP and LA-ICPMS U-Pb sedimentary provenance data: A review. *Journal of South American Earth Science*, 31: 345-357.

PITANO, S, C.; ROQUÉ, B. B. **O uso de maquetes no processo de ensino-aprendizagem segundo licenciados em Geografia.** Revista Educação Unisinos, São Leopoldo - RS, n. 19.

REDIN, E.; SILVEIRA, P. R. C. **Política ambiental brasileira: limitações e desafios.** *Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas* (UFSC), v. 13, p. 163-188,

2012. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/1984-8951.2012v13n103p163>.

RODRIGUES, J.B., PIMENTEL, M.M., DARDENNE, M.A., ARMSTRONG, R.A. Age, provenance and tectonic setting of the Canastra and Ibiá groups (Brasília belt, Brazil): implications for the age of a Neoproterozoic glacial event in central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v, 29, p. 512-521, 2010.

SEE/DF. **Currículo em movimento do Distrito Federal**. Brasília. SEE-DF. 2º Ed, Anos iniciais- Anos finais, dez 2008

SEDUMA. **Uso e Ocupação do Solo no Distrito Federal**. Brasília, 2007

SIAL, A. N., DARDENNE, M. A., MISI, A., PEDREIRA, A., FERREIRA, V. P., SILVA FILHO, M. A., UHLEIN, A., PEDROSA-SOARES, A. C., SANTOS, R. V., EGYDIOSILVA, M., BABINSKI, M., ALVARENGA, C. J., FAIRCHILD, T. R., PIMENTEL, M. M. The São Francisco paleocontinent. In: GAUCHER, C., SIAL, A. N., HALVERSON, G. P., FRIMMEL, H. E. (Eds.), Neoproterozoic-cambrian Tectonics, Global Change and Evolution. A Focus on South Western Gondwana, Developments in Precambrian Geology, vol. 16. Elsevier. 2009.

SEMA. Plano Distrital de Educação Ambiental. Brasília, 2018. Disponível em: https://www.sema.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2018/11/PDEA_final.pdf. Acesso em: 22/05/2020

Shiklomanov, I. A., J. C. Rodda. **World water resources at the beginning of the 21st century**.

UNESCO and Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2003

SILVA, E. R. F; ARAÚJO, R. L: **Utilização da Maquete, como Recurso Didático para o Ensino da Geografia**. Maceió, 2018.

SOUZA, C. F; TUCCI, C. **Desenvolvimento urbano de baixo impacto**: Uma aproximação à sustentabilidade da drenagem urbana. Belo Horizonte, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 18 maio 2005

SOUZA, C. F; CRUZ, M. A. S; TUCCI, C. E. M. **Desenvolvimento urbano de baixo impacto**: Planejamento e tecnologias verdes para a sustentabilidade das águas urbanas. RBRH – R. Bras. de Recursos Hídricos., 17 (2):9-18, 2012.

TC-DF. **Exame do controle de Outorgas de Uso de Recursos Hídricos na Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do DF – Adasa**. Auditoria Operacional- Relatório final. Brasília, 2018.

TRAD, LENY, A. B. Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 777-796, 2009

TUCCI, C, E, M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Ministério das cidades. Brasília, 2005

TUCCI, C, E, M. **Gestão da drenagem urbana. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA,).**

USP. Laboratório da Poli-USP busca inspiração na natureza para propor soluções para construção civil. Escola Politécnica. Disponível em: <https://www.poli.usp.br/noticias/48615-laboratorio-da-poli-usp-busca-inspiracao-na-natureza-para-propor-solucoes-para-construcao-civil.html>. Acesso em: 06/05/2021

VALERIANO, C. M.; DARDENNE, M. A.; FONSECA, M. A.; SIMÕES, L. S. A.; SEER, H. J. A evolução tectônica da Faixa Brasília. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). Geologia do Continente SulAmericano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: BECA, p. 575-592, 2004.

ZEE-DF. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal.** Brasília, GDF, 2017.
MUENCHEN, C ;DEMÉTRIO, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, 617-638, 2010

IMBERNÓN, F. Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

APÊNDICE 1

Questões norteadoras do grupo focal desenvolvidas para verificação de efetividade da maquete ecopedagógica.

- 1) Na sua visão, a água é infinita? Explique.
- 2) Você sente dificuldades em entender o caminho percorrido pela água no seu ciclo? A maquete ajuda a entender esse caminho?
- 3) Na sua opinião, a grande quantidade de pavimentação do solo nas cidades modificam o ciclo da água? Por quê? A maquete mostra essa modificação?
- 4) Quais problemas observados nas cidades são causados pela impermeabilização do solo? Na sua opinião, a maquete representa esses problemas?
- 5) Em uma cidade muito pavimentada, as bocas de lobo e bueiros são suficientes para impedir alagamentos? A maquete te ajudou a observar essa questão?
- 6) Uma cidade reproduzida na maquete respeita os caminhos naturais da água da chuva. Ao observar a maquete, você consegue entender e explicar esses caminhos?
- 7) Você acredita que facilitar a infiltração da água no solo pode ajudar a solucionar problemas como alagamentos ou falta d'água nas cidades em época de seca? A maquete te ajudou a chegar nessa conclusão?
- 8) De acordo com a maquete, pra onde vai a água que infiltra no solo?
- 9) De acordo com a maquete, de onde vem a água que alimenta as nascentes, rios e lagos?
- 10) No DF, nós utilizamos a água subterrânea?
- 11) Quanto tempo a água leva para chegar nos aquíferos subterrâneos do DF?

ANEXO 1

Objetivos estabelecidos para as Ciências Naturais – séries iniciais (PCNs 1997, p. 58.).
Identificar e compreender as relações entre solo, água e seres vivos nos fenômenos de escoamento da água, erosão e fertilidade dos solos, nos ambientes urbano e rural;
Caracterizar causas e consequências da poluição da água e do solo;
Caracterizar espaços do planeta possíveis de serem ocupados pelo homem;
Organizar e registrar as informações por intermédio de desenhos, quadros, tabelas, esquemas, gráficos, listas, textos e maquetes, de acordo com as exigências do assunto em estudo, sob orientação do professor;
Interpretar as informações por meio do estabelecimento de relações de dependência, de causa e efeito, de sequência, de forma e função.

Conteúdos de Ciências Naturais- Séries Iniciais, propostos pelos (PCNs, 1997, p. 61-73),
Comparação de solos de diferentes ambientes, relacionando suas características às condições desses ambientes para se aproximar da noção de solo como componente dos ambientes integrado aos demais;
Comparação de diferentes tipos de solo para identificar suas características comuns: presença de água, ar, areia, argila e matéria orgânica;
Estabelecimento de relações entre os solos, a água e os seres vivos nos fenômenos de permeabilidade, fertilidade e erosão;
Elaboração de perguntas e suposições sobre as relações entre os componentes dos ambientes;
Comparação das condições do solo, da água, do ar e a diversidade dos seres vivos em diferentes ambientes ocupados pelo homem;
Caracterização de técnicas de utilização do solo nos ambientes urbano e rural, identificando os produtos desses usos e as consequências das formas inadequadas de ocupação;

Reconhecimento das formas de captação, Reconhecimento do saneamento básico como técnica que contribui para a qualidade de vida e a preservação do meio ambiente, armazenamento e tratamento de água;
Caracterização dos espaços do planeta possíveis de serem ocupados pelo ser humano;
Valorização da divulgação dos conhecimentos elaborados na escola para a comunidade;

Objetivos da disciplina de Ciências Naturais dos PCNs para os anos finais (PCNs, 1998, p. 7 e 8)
Perceber-se integrante, dependente e agente transformador do ambiente, identificando seus elementos e as interações entre eles contribuindo ativamente para a melhoria do meio ambiente;
Questionar a realidade formulando problema e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação;
Compreender a natureza como um todo dinâmico, sendo o ser humano parte integrante e agente de transformações do mundo em que vive;
Identificar as relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica;
Formular questões, diagnósticos e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar.

Conteúdos de Ciências Naturais propostos pelos PCNs - Séries Finais (PCNs, 1998, p. 72- 111)

Coleta, organização, interpretação e divulgação de informações sobre transformações nos ambientes provocadas pela ação humana e medidas de proteção e recuperação, particularmente da região em que vivem e em outras regiões brasileiras, valorizando medidas de proteção ao meio ambiente;

Comparação de diferentes ambientes em ecossistemas brasileiros quanto a vegetação e fauna, suas inter-relações e interações com o solo, o clima, a disponibilidade de luz e de água e com as sociedades humanas;

Investigação de tecnologias usuais e tradicionais de mesma finalidade, comparando-as quanto à qualidade das soluções obtidas e outras vantagens ou problemas ligados ao ambiente e ao conforto, valorizando os direitos do consumidor e a qualidade de vida;

Investigação dos fenômenos de transformação de estados físicos da água, ocorridas em situações de experimentação e na natureza, em que há alteração de temperatura e pressão, compreendendo o ciclo da água em diferentes ambientes, identificando o modo pelo qual os mananciais são reabastecidos, valorizando sua preservação;

Compreensão de relações entre a história geológica do planeta e a evolução dos seres vivos, considerando mudanças na composição e na fisionomia da biosfera, atmosfera e litosfera para avaliar e respeitar o tempo de reposição dos materiais e substâncias na natureza;

Compreensão de processos de recuperação e degradação de ambientes por ocupação urbana desordenada, industrialização, desmatamento, inundação para construção de barragem ou mineração, cotejando custos ambientais e benefícios sociais, valorizando a qualidade de vida;

ANEXO 2

Habilidades na disciplina de Ciências Naturais de acordo com a BNCC
Em Ciências- 5º Ano
(EF05CI03) Selecionar argumentos que justifiquem a importância da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico.
(EF05CI04) Identificar os principais usos da água e de outros materiais nas atividades cotidianas para discutir e propor formas sustentáveis de utilização desses recursos.
Em Geografia- 6º Ano de acordo com a BNCC
(EF06GE01) Comparar modificações das paisagens nos lugares de vivência e os usos desses lugares em diferentes tempos.
(EF06GE02) Analisar modificações de paisagens por diferentes tipos de sociedade, com destaque para os povos originários.
(EF06GE04) Descrever o ciclo da água, comparando o escoamento superficial no ambiente urbano e rural, reconhecendo os principais componentes da morfologia das bacias e das redes hidrográficas e a sua localização no modelado da superfície terrestre e da cobertura vegetal.
(EF06GE05) Relacionar padrões climáticos, tipos de solo, relevo e formações vegetais
(EF06GE07) Explicar as mudanças na interação humana com a natureza a partir do surgimento das cidades.
(EF06GE11) Analisar distintas interações das sociedades com a natureza, com base na distribuição dos componentes físico-naturais, incluindo as transformações da biodiversidade local e do mundo.
(EF06GE12) Identificar o consumo dos recursos hídricos e o uso das principais bacias hidrográficas no Brasil e no mundo, enfatizando as transformações nos ambientes urbanos.

ANEXO 3

Etapas do Ensino	Conteúdos relacionados ao produto deste trabalho, listados no currículo em movimento do DF, proposto de forma disciplinar a ser trabalhado em Ciências Naturais.
3º Ano	<p>Presença de água em corpos hídricos como lagos, rios, oceanos etc;</p> <p>Solo: tipos, usos, importância, características como permeabilidade e conservação;</p>
4º Ano	Conservação e preservação do cerrado (fundamental para conservação das águas);
5º Ano	Ciclo hidrológico, uso sustentável de recursos naturais e uso consciente de recursos hídricos;
6º Ano	Geosfera, hidrosfera e atmosfera;
9º Ano	Mitigação de problemas ambientais;
Etapas do Ensino	Conteúdos relacionados ao produto deste trabalho, listados no currículo em movimento do DF, proposto de forma disciplinar a ser trabalhado em Geografia
1º Ano	<p>Preservação do ambiente e dos recursos naturais</p> <p>Espaços vividos: reconhecimento, cuidados e leitura crítica.</p> <p>Localização, utilização, comparação, reorganização e conservação dos espaços e da paisagem.</p> <p>Práticas de conservação e desenvolvimento de atitudes sustentáveis.</p>
2º Ano	<p>Diferenças e semelhanças entre paisagens urbanas e rurais.</p> <p>Importância do solo e da água para a vida, identificando seus diferentes usos. Semelhanças e diferenças nos hábitos, nas relações com a natureza e no modo de viver das pessoas.</p> <p>Conservação do ambiente e dos recursos naturais.</p>
3º	<p>Atividades humanas de modificação da natureza, impactos e riscos.</p> <p>Biodiversidade, paisagem, relevo e as águas de sua cidade.</p>

4º Ano	<p>Ocupação do solo: RAs, condomínios, ocupações não regularizadas, causas e consequências.</p> <p>Características das paisagens naturais e antrópicas no ambiente em que vive, a ação humana na conservação ou degradação. Relevo (áreas altas, baixas, planas elevações), águas (rios, lagos, lagoas), vegetação (natural introduzida) clima e tempo (temperatura chuva vento e umidade).</p>
5º Ano	<p>Meio ambiente: preservação e degradação. Aquecimento global, camada de ozônio, chuvas ácidas. Usos das águas.</p> <p>Formas de poluição dos cursos da água, dos oceanos, mares, rios, lagos, esgotos e efluentes industriais, marés negras etc.</p> <p>Tipos diversos de poluição, inclusive do solo e subsolo.</p> <p>Aspectos geográficos das regiões brasileiras: relevo vegetação hidrografia clima população.</p> <p>Transformações de paisagens nas cidades, comparando-as em épocas diferentes.</p> <p>Espaços urbanos e rural: suas semelhanças e diferenças.</p>
7º	<p>Espaços urbanos: infraestrutura, mobilidade, moradia, direito à cidade. Órgãos públicos responsáveis. Canais de participação social. Organizações não governamentais. Organizações comunitárias.</p> <p>Conflitos socioambientais na cidade.</p>

<p>Etapas do Ensino</p>	<p>Muitos dos objetivos listados no Currículo do DF, para a disciplina de Ciências Naturais do Ensino Fundamental, são compatíveis com os objetivos do produto apresentado por este trabalho. Confira quais são a seguir:</p>
	<p>Ciências Naturais</p>
<p>5° Ano</p>	<p>Investigar em que estados físicos a água se apresenta em diferentes ambientes e ecossistemas.</p> <p>Relacionar variação da temperatura com as mudanças de estado físico da água.</p> <p>Associar as mudanças de estado físico da água com o ciclo hidrológico.</p> <p>Discutir a importância do ciclo hidrológico para as sociedades humanas.</p> <p>Associar as condições climáticas do Cerrado ao ciclo hidrológico local.</p> <p>Analisar, considerando a realidade local, as implicações do ciclo hidrológico na agricultura, no clima, na geração de energia elétrica e no fornecimento de água potável.</p> <p>Examinar situações em que a retirada da cobertura vegetal (desmatamento e queimadas) causa impacto na conservação do solo, dos recursos de água e na qualidade do ar atmosférico.</p> <p>Conhecer a relação entre a cobertura vegetal e o ciclo hidrológico.</p> <p>Discutir e explicar os impactos da retirada da cobertura vegetal na conservação dos solos, dos recursos de água e da qualidade do ar atmosférico, considerando aspectos como secas, enchentes, desertificação, processos erosivos etc.</p> <p>Observar e relatar formas de uso e descarte dos recursos naturais na comunidade (escolar, urbana, rural), em especial dos recursos hídricos e de materiais descartáveis.</p> <p>Propor estratégias e tecnologias para minimizar o impacto das atividades humanas na qualidade da água e apresentar ações para consumo consciente e diminuição do desperdício de água na escola.</p>

<p>Etapas do Ensino</p>	<p>Muitos dos objetivos listados no Currículo do DF, para a disciplina de Geografia do Ensino Fundamental, são compatíveis com os objetivos do produto apresentado por este trabalho. Confira quais são a seguir:</p>
<p>1º Ano</p>	<p>*Reconhecer práticas de utilização e conservação dos espaços em meio ambiente, por meio de atitudes sustentáveis visando ao bem estar de todos.</p> <p>* Identificar mudanças e permanências ocorridas em diferentes espaços ao longo do tempo</p> <p>*Distinguir elementos naturais e construídos existentes nas paisagens e os impactos decorrentes da ação humana.</p> <p>*Descrever fenômenos naturais que ocorrem nos seus lugares de vivência e sua periodicidade sazonalidade compreendendo o impacto do seu modo de vida.</p>
<p>3º Ano</p>	<p>Identificar as atividades produtivas, profissões e ocupações e que repercutem na natureza.</p> <p>Compreender a ação da sociedade nas questões socioambientais locais e em espaços distantes e seus impactos em diferentes espaços e tempos, reconhecendo a importância do cuidado e da preservação do meio em que vive.</p> <p>Analisar os aspectos de ocupação, as condições de moradia e o índice de qualidade de vida das Regiões Administrativas do DF.</p> <p>Identificar o papel da sociedade na transformação do espaço geográfico, conhecendo as manifestações cotidianas naturais e as produzidas pelas sociedades na modificação das paisagens.</p> <p>Utilizar procedimentos básicos de observação, descrição, registro, comparação, análise e síntese de coleta e tratamento de informação, seja por meio de fontes escritas ou imagéticas.</p>
<p>5º Ano</p>	<p>Investigar a dinâmica dos principais problemas ambientais globais.</p>

	<p>Compreender a organização do espaço geográfico e o funcionamento da natureza e suas manifestações cotidianas.</p> <p>Reconhecer o papel das tecnologias, da informação e da comunicação e dos transportes na configuração das paisagens urbanas e rurais na estruturação da vida em sociedade.</p> <p>Identificar problemas que influenciam a qualidade de vida da comunidade em que vive, diferenciando e associando os responsáveis por propor e implementar soluções para questões de natureza social.</p>
6º Ano	<p>Compreender a expressão da ciência geográfica nas leituras do mundo e na observação e explicação de fatos, fenômenos e processos naturais e sociais, interpretando a relação com seu lugar de vivência.</p> <p>Examinar as dinâmicas do relevo do solo, clima, vegetação e hidrografia.</p> <p>Problematizar alterações nas dinâmicas naturais produzidas pela sociedade com fins econômicos, sociais e culturais e seus impactos ambientais e a transformação das paisagens.</p> <p>Analisar as interações das sociedades com a natureza a partir do trabalho dos processos de produção viva da industrialização e do surgimento das cidades.</p>

APENDICE

Produto- Maquete Ecopedagógica

(Construção, materiais e funcionamento).

A maquete, instrumento pedagógico desenvolvido como produto desta formação, procura ilustrar duas situações: uma que assegura que o fluxo da água permaneça com características semelhantes aquele anterior à ocupação da área pelo crescimento das cidades, por meio de técnicas sustentáveis e, uma segunda situação que simula o ambiente após o crescimento urbano com altas taxas de impermeabilização do solo, dispondo ainda de técnicas tradicionais de drenagem pluvial.

Essas situações foram criadas para que o aluno possa comparar e tirar suas próprias conclusões acerca dos tipos possíveis de intervenções humanas no que diz respeito às formas de drenagem pluvial construídas nas de zonas urbanas.

Para a construção da maquete, foram utilizadas placas de acrílico, cola para artesanato, espuma de poliuretano, papelão, folhas de revista, solvente de tinta, resina epóxi, tinta de tecido, massa de biscuit, casinhas de madeira, 1,2 metros de mangueira, nuvem de plástico, bomba de aquário, torneira plástica, fita de led, vegetação artificial, esponja de cozinha, verniz incolor e impermeabilizante.

A maquete foi construída em um recipiente de acrílico transparente com 3mm de espessura, de formato retangular, com 50 cm de largura por 35cm de profundidade e 35cm de altura (50x35x35) (Figura 1). Sendo a altura dividida, da base para o topo, aos 10 cm para reservatório da água, 8 cm acima para representar o aquífero fraturado, 8 cm sobre o anterior para representação do aquífero poroso e as outras camadas do solo e os 9 cm restantes para a representação das cidades.

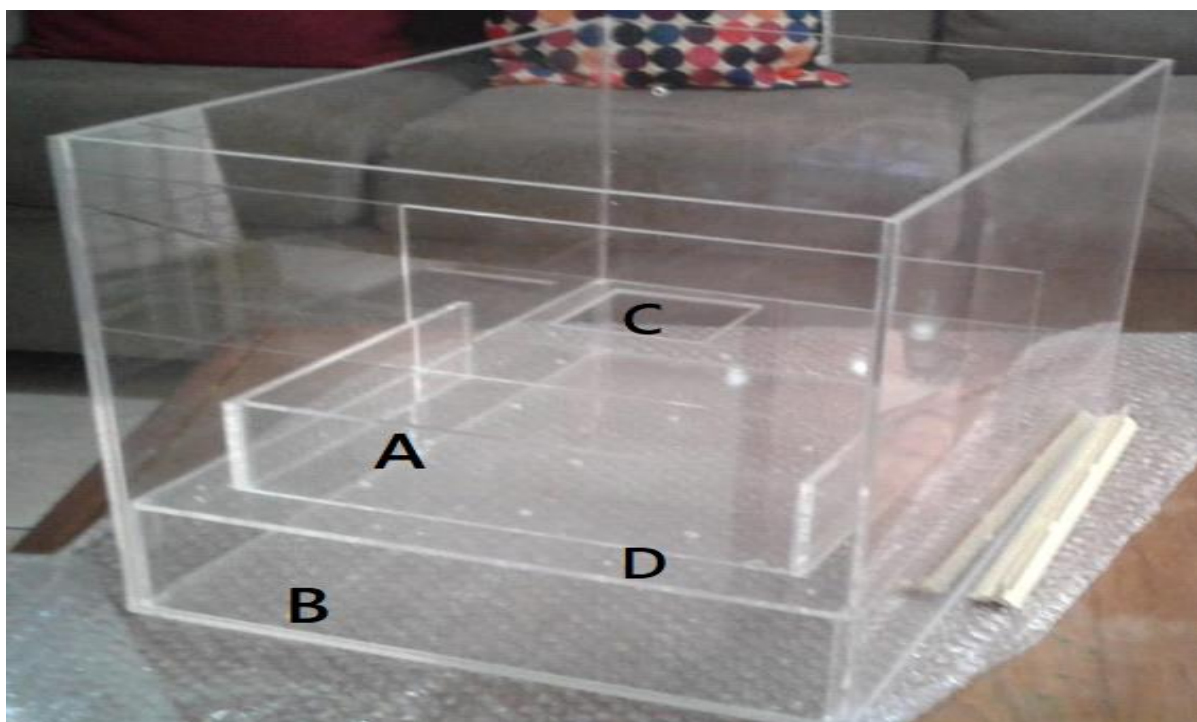


Figura 1- Caixa de acrílico antes da montagem da maquete, sendo (a) o compartimento que retarda o escoamento de água; (b) o reservatório de água; (c) a abertura para fixação da bomba, (d) o fundo falso. Fonte: acervo pessoal da autora.

O design da maquete, bem como a configuração dos elementos que se pretendeu abordar na pesquisa, foram representados pelos seguintes materiais e técnicas:

1. Subsolo

O aquífero fraturado foi reproduzido com a técnica de papel de revista descolorido com solvente de tinta, colado em papelão e recoberto com resina epóxi.

O aquífero poroso foi representado com pedras feitas de biscuit (Figura 4), inseridas nas fissuras da espuma de poliuretano (Figura 3) com formato e dimensões parecidas com as da caixa, 50 cm x 35 e 12cm de altura. As outras camadas do solo foram pintadas na espuma que forma a base das cidades. Os aquíferos são iluminados por meio de uma fita de led para facilitar a observação da água (Figura 6).

A base das duas cidades, dentre vários testes com materiais, a espuma de poliuretano melhor se adequou para representar pela sua permeabilidade natural e possibilidade de impermeabilização

2. Superfície natural:

A cobertura vegetal do solo foi constituída com a camada verde de esponja de cozinha (Figura 2 B);

3. Vegetação

Utilizou-se vegetação artificial plástica.

4. Superfície urbana

O solo impermeável (asfalto) foi construído com o tecido de algodão e impermeabilizado com termolina (Figura 2 C) .

5. Edificações

Para a construção da cidade, foram empregados blocos de madeira que fazem parte de um brinquedo chamado “pequeno construtor” (Figura 2 A).

6. Chuva

Para a chuva, foi utilizada uma nuvem plástica de brinquedo com uma abertura para acoplar a mangueira. Na sua base foram abertos alguns orifícios para a passagem da água (Figura 5 lado direito superior e Figura 6 lado esquerdo superior).

Procurou-se mostrar os diferentes elementos em escala real, optando-se por variações na escala para representar melhor os fenômenos de interesse.



Figura 2 - Disposição de materiais da maquete: (a) bloco de madeira (5cm), (b) superfície permeável com esponja de cozinha (30x 25cm), (c) cobertura impermeável em Tecido de algodão ((30x 25cm), (d) espuma de poliuretano (50x 35x 12 cm), (e) rio de resina epóxi (5x 40cm). Fonte: acervo pessoal da autora.



Figura 3 -Espuma de polietileno
Fonte: acervo pessoal da autora.



Figura 4 -Pedrinhas de biscoito
Fonte: acervo pessoal da autora.



Figura 5. Imagem da maquete com suas respectivas dimensões. Fonte: Acervo pessoal da autora.



Figura 6- Vista de fundo da maquete com os mecanismos de bombeamento de água e iluminação.
Fonte: acervo pessoal da autora.

Funcionamento mecânico do fluxo da água

As nomenclaturas a seguir foram adotadas didaticamente: “cidade (A)”, para aquela com representação de sistemas de drenagem sustentável e “cidade (B)”, para aquela que representa o sistema tradicional de drenagem, além do excesso de pavimentação.

Ao cair na forma de chuva, a água se infiltrará rapidamente na cidade (A), pois seu solo foi confeccionado com material altamente permeável. Assim que infiltra, a água passa pelos aquíferos poroso e fraturado. O fluxo nesses aquíferos pode ser observado nas laterais da caixa de acrílico transparente. Um sistema de iluminação foi instalado para facilitar ainda mais esta visualização. Todo o volume dessa água retornará ao reservatório inferior por meio de pequenos furos no fundo falso da caixa.

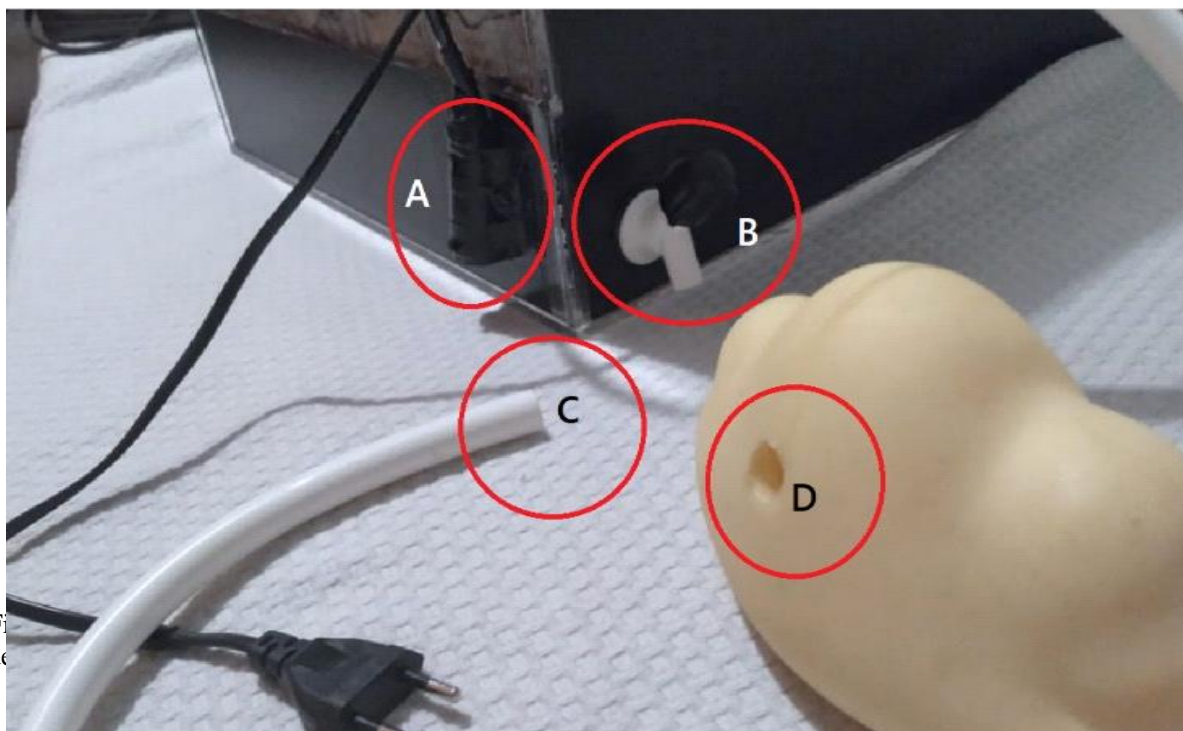
A cidade (B) fica alagada por um tempo, sendo posteriormente drenada pelas porções permeáveis. Nesse caso, precisou-se fazer alguns testes antes para que se chegasse num ponto de equilíbrio a qual a absorção pela espuma fosse retardada pela impermeabilização de algumas regiões. Desta forma, a água se acumula formando os alagamentos, mas é absorvida pela espuma ao longo do tempo. Esse fluxo também escorre para o fundo falso da caixa que o drena e direciona para o reservatório inferior. Parte das

águas desta cidade, que tem o sistema de drenagem tradicional, são lançadas no rio que circunda a cidade por um canudo que simula o sistema de drenagem pluvial subterrâneo.

O fato da água que infiltra sempre cair no fundo falso furado, independente da velocidade de infiltração, e retornar para o reservatório inferior garante que o mesmo seja frequentemente reabastecido permitindo um fluxo de água constante para alimentar o sistema de bombeamento.

Na cidade (B), a quantidade de água que passa entre a espuma que simula o solo e os aquíferos, é inferior por ter recebido um reforço a mais de vedação. A intenção de diminuir o quantitativo de água nesses locais, se deu justamente para que os alunos associem a impermeabilização do solo com a redução da percolação da água que alimenta os aquíferos subterrâneos, causando como consequência um impacto na disponibilidade de água. É importante ressaltar, com a utilização da maquete, que no DF a relação de expansão urbana com redução de água também é agravada pelo considerável aumento na extração de águas subterrâneas para abastecimento doméstico em áreas irregulares.

Terminadas as atividades, a água é drenada da maquete por uma torneira de plástico acoplada no reservatório (figura 7 B). Sua reposição poderá ser feita pela extremidade da mangueira que pode ser retirada e encaixada da nuvem com facilidade e conectando em uma torneira qualquer até atingir a quantidade ideal no reservatório. Figuras 7 C e 8 D, respectivamente.





Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Centro de Ciências do Ambiente – CCA

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL PARA ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS PROFCIAMB –
POLO UFAM



FICHA DE AVALIAÇÃO - PRODUTO EDUCACIONAL

Nome do Aluno de Mestrado:
Título do Projeto:
Nome do Orientador:
Nome do Co-Orientador:

INFORMAÇÕES

1) Linha de Atuação:
() Recursos naturais e tecnologia () Ambiente e sociedade
3) Área de Execução do Projeto:
() Nacional () Local Especificar:

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO

1) Aderência*
*O produto se vincula conceitualmente e na prática profissional a área de concentração, as linhas de atuação do Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências.
Não Atende () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 Atende Completamente
2) Impacto*
*A avaliação deste critério está relacionada com as mudanças que ocasionarão o produto Técnico e Tecnológico no ambiente em que o autor está inserido. Para avaliar tal critério é importante entender a <u>justificativa de sua criação</u> , na qual a demanda se faz necessária, e deve estar claro a <u>aplicação do produto</u> , o que permitiu avaliar em qual(is) área(s) as mudanças poderão ser efetivas.
Não Atende () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 Atende Completamente
3) Aplicabilidade*
*O critério aplicabilidade faz referência à facilidade com que se pode empregar a produção técnica/tecnológica a fim de atingir seus objetivos específicos para os quais foi desenvolvida. Entende-se que uma produção que possua alta aplicabilidade, apresentará abrangência elevada ou que poderá ser potencialmente elevada, com possibilidade de replicabilidade como produção técnica.
Não Atende () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 Atende Completamente
4) Inovação*
*Inovação é definida aqui como a <u>ruptura com os paradigmas e métodos cotidianos</u> para o desenvolvimento de produtos e técnicas mais eficientes e eficazes na atuação profissional com implicações sociais.
Não Atende () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 Atende Completamente
5) Complexidade*
*Complexidade pode ser entendida como uma propriedade associada à diversidade de atores, relações e conhecimentos necessários à elaboração e ao desenvolvimento de produtos técnico/tecnológicos.
Não Atende () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 Atende Completamente

VULNERABILIDADE

1) Público Atendido:
() Acadêmico () Comunidade em Geral Especificar

2) Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica da Comunidade Atendida*:
* ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/
() 0,000 - 0,200 - Muito Baixa () 0,201 - 0,300 - Baixa () 0,301 - 0,400 - Média () 0,401 - 0,500 - Alta () 0,501 - 1,000 - Muito Alta
3) Índice de Vulnerabilidade Ambiental (mudança do uso do solo) do Espaço de Atuação do Projeto*:
* ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/cobertura_e_uso_da_terra/
() Muito Baixa () Baixa () Média () Alta () Muito Alta

DEPÓSITO E REGISTRO DO PRODUTO

1) Potencial Depósito do Produto
() Repositório Institucional da UFAM* () O ERCommons () Banco Internacional de Objetos Educacionais () EduCAPES () Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching () Recursos Educacionais Abertos () Outro:
2) Potencial Registro
() ISBN () INPI - Patente () IBSN () Registro de Domínio () Licença Creative Commons () Outro:

POTENCIAIS DESDOBRAMENTOS BIBLIOGRÁFICOS

1) Trabalhos em Anais de Eventos
() Não () Sim - Quantos:
2) Capítulos de Livros
() Não () Sim - Quantos:
3) Livros
() Não () Sim - Quantos
4) Artigos em Periódicos
() Não () Sim - Quantos

Local e Data: _____

Assinatura do Avaliador: Prof.(a) Dr. (a) _____