

A CRISE HÍDRICA DO DISTRITO FEDERAL. UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA NO ENSINO MÉDIO

Leonardo Romeiro Mendes

leo.geo@terra.com.br¹

Marcelo Miller Barreto

marcelomiller79@gmail.com²

Resumo

Este artigo é fruto de uma prática pedagógica sobre o ensino de temas em Climatologia, utilizando a construção de climogramas para a análise da crise hídrica do Distrito Federal no ano de 2017. Usando os parâmetros temperatura e precipitação, a atividade se propôs a comparar a última Normal Climatológica do século XX, entre 1961 e 1990, e o período de dados subsequentes, de 2008 a 2017, para a cidade de Brasília - DF, verificando diferenças e semelhanças nos valores de precipitação encontrados. Com base nessas informações, foi possível compreender a crise hídrica pela qual a cidade de Brasília - DF passou entre os anos de 2016 a 2018 e incentivar o manuseio de diversas plataformas de obtenção de dados e de criação de materiais, expandindo o aprendizado dos estudantes em relação à utilização informacional. O resultado da prática demonstrou que a atividade atingiu seus objetivos, uma vez que os alunos foram capazes de distinguir, a partir das informações e dos gráficos produzidos, a relação entre a falta de chuvas e a conseqüente diminuição do volume de água nos reservatórios que abastecem a cidade.

Palavras-chave: Ensino de Climatologia, Climograma, Crise Hídrica.

Introdução

Não é de hoje que se atribui ao clima a responsabilidade por crises econômicas ou ambientais. Embora não seja o único fator, algumas dessas atribuições têm justificativas coerentes com base em estudos e documentos. A compreensão da crise hídrica ocorrida no

¹Doutorando em Geografia pela Universidade de Brasília (UnB). Membro do Grupo de Pesquisa – Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores (GEAF/UnB). Professor de Geografia do Colégio Marista de Brasília – Ensino Médio.

² Doutorando em Geografia pela Universidade de Brasília (UnB). Membro do Grupo de Pesquisa – Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores (GEAF/UnB). Professor de Geografia do Colégio Marista de Brasília – Ensino Fundamental.



Distrito Federal entre os anos de 2016 a 2018 é fundamental para se garantir a oferta hídrica para os diversos usos das sociedades modernas nos próximos anos. É essencial valorizar o recurso hídrico como bem público finito e conscientizar a população sobre a necessidade de um uso mais racional e sustentável da água.

Dados da Organização Meteorológica Mundial apontam que o consumo mundial de água aumentou mais de seis vezes em menos de um século, mais do que o dobro das taxas de crescimento da população, e continua a crescer com a elevação do consumo nos setores agrícola, industrial e doméstico (FREITAS & SANTOS, 1999).

Ter água de qualidade é um desafio cada vez maior para grande parte dos municípios brasileiros e em várias partes do mundo. A crise hídrica que atravessou o Sudeste brasileiro nos últimos três anos nos trouxe importantes lições. Desde 2012, diferentes municípios do Brasil têm deparado com reduções da pluviosidade, delineando um cenário complexo de escassez hídrica. Esse fenômeno climático tem causado impactos graves na oferta de água para o abastecimento público e outros usos, como irrigação e geração de energia elétrica.

Segundo Sant'Anna Neto (2005), a ocorrência de eventos climáticos extremos não obedece a uma ciclicidade de acontecimentos. Seu caráter irregular faz com que a oscilação das sucessões dos estados médios da atmosfera, provoquem os ditos acidentes ou “azares” climáticos aos mais variados espaços” e ainda “se o espaço pode ser consumido por agentes sociais desiguais, a produção dos mesmos também se dará de forma desigual”.

É inegável que as chuvas abaixo da média contribuem para o agravamento da oferta de água em bacias hidrográficas caracterizadas como críticas, em razão da baixa disponibilidade hídrica qualitativa e/ou quantitativa (ANA, 2014). Porém, entender a crise somente a partir da perspectiva climática exclui pontos importantes relacionados com a responsabilidade dos atores e instituições envolvidas na governança da água (JACOBI; CIBIM; LEO, 2015).

Historicamente, a ocupação territorial no DF se deu de forma bastante desordenada. Brasília foi projetada para abrigar 500 mil habitantes. Entre 1980 e 2010 houve um significativo aumento da população do DF, saindo de 546.015 habitantes para 2.562.963 habitantes em 30 anos, ou seja, um crescimento de aproximadamente 370% no período. Hoje, este número se aproxima dos três milhões, e cresce a uma taxa superior a 2% ao ano, acima da média nacional.

A capacidade do solo de absorver a água, e depois essa água brotar nas nascentes durante o período da seca, é uma necessidade para viabilizar o abastecimento público, os processos produtivos e a manutenção de toda a vida. Esse processo natural da permeabilidade do solo, entretanto, tem sido alterado pelo crescimento desordenado da cidade, que impermeabiliza solos em áreas de recarga de aquífero, soterra nascentes, polui o lençol freático e desmata o Cerrado. Nesse sentido, vale ressaltar a contribuição das áreas de proteção ambiental para a manutenção das condições naturais nas áreas de captação de água.

O Distrito Federal (Figura 1) é abastecido por dois grandes reservatórios: Descoberto (60,74%) e Torto - Santa Maria (28,05%) que fornecem o equivalente a 88,79% do total de água tratada, representando 82,6% da população atendida pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Planaltina-Sobradinho (6,91%), São Sebastião (2,84%) e Brazlândia (1,45%) são os outros sistemas que abastecem o DF (ADASA, 2018).

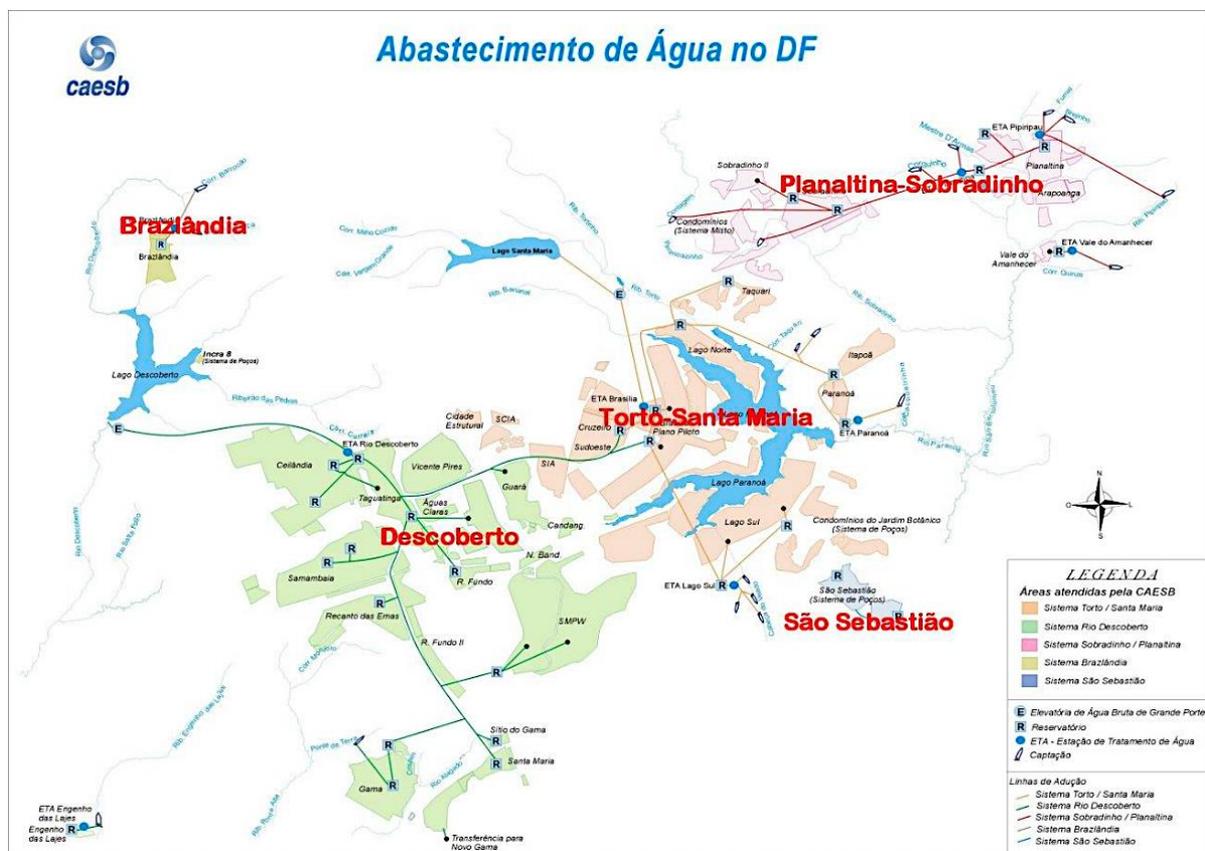


FIGURA 1 – Sistemas Produtores de Água do Distrito Federal
 Fonte: Relatório Anual da Caesb, 2008



Para cada novo habitante no DF, deve-se captar 160 litros de água por dia a mais. Isso totaliza uma demanda crescente de 8 milhões de litros de água por dia, para abastecer os novos contingentes populacionais. A Organização das Nações Unidas (ONU) recomenda o consumo 110 litros/habitante/dia. Desde 2003, o Plano Diretor de Águas e Esgotos do Distrito Federal (PLD-2003), já indicava risco de demanda superior à disponibilidade dos mananciais a partir de 2005, nos dias de maior consumo. No Distrito Federal, o crescimento urbano desordenado e as mudanças no uso e na ocupação da terra geraram um forte impacto sobre os recursos hídricos.

Com o racionamento sem precedentes, a população do DF conseguiu reduzir o consumo de água e terminou o ano de 2017, segundo os dados da CAESB, com o consumo de 129 litros por habitante/dia, ou seja, o menor índice *per capita* da década estudada.

A temática da crise hídrica foi adotada porque ela afetou a rotina de todas as pessoas que vissem ou passassem pelo Distrito Federal, uma vez que o governo local adotou um racionamento que cessava o fornecimento de água por 24 horas a cada 6 dias. De forma geral, havia um dia de interrupção no fornecimento e dois dias para a estabilização. Foi nesse contexto, e após os habitantes sentirem, em maior ou menor grau, o impacto da falta de água, que o assunto passou a ser trabalhado com mais interesse como projeto de pesquisa dos alunos.

A importância do ensino de temas em Climatologia, no ensino médio, vai além de um simples conhecimento abstrato, sendo parte fundamental na formação de um cidadão crítico e participante na sociedade, uma vez que os conceitos tratados pela Climatologia são relevantes para a explicação e a compreensão de fenômenos que atingem diretamente ou indiretamente as sociedades, como, o conhecimento do regime de temperaturas e chuvas para as atividades agrícolas, para o turismo e para o abastecimento urbano.

Considerando a relevância da disciplina Geografia e a intenção de torná-la mais atrativa, o intuito do presente projeto é apresentar uma proposta pedagógica que aponte uma maneira diferente de se abordar o ensino de Climatologia e trabalhar com uma metodologia ativa capaz de proporcionar um compromisso com a investigação, com a produção do conhecimento, capacitando o aluno a tentar encontrar a resposta para um desafio ou problema. A finalidade é fazer com que o estudante seja protagonista do seu próprio conhecimento, incentivando e criando condições para permitir que o jovem se sinta corresponsável pelos problemas do mundo que o cerca e se empenhe na busca por soluções.

Com a intenção de fazer com que os alunos percebessem a variação temporal da chuva e da temperatura do ar e de aproximá-los da realidade que os cerca, essa prática pedagógica teve como finalidade desenvolver a capacidade de pesquisar e analisar dados meteorológicos, promovendo, assim, uma mudança no modelo de ensino-aprendizagem. O objetivo era que os educandos fossem capazes de confrontar, ao final do processo, as características climáticas observadas na atividade, com o conhecimento, muitas vezes abordado, de forma geral, principalmente nos livros didáticos, durante as aulas de estudo de climas. Essa atividade prática foi importante para que os alunos melhorassem sua percepção e conhecimento dos conceitos-chave que envolvem os climogramas (temperatura e pluviosidade), e desenvolvessem a capacidade de correlacionar os dados e informações obtidos com a falta d'água que provocou mudanças cotidianas em suas rotinas.

A Pesquisa Investigativa como Instrumento de Aprendizado

A leitura dos fenômenos atmosféricos no ambiente escolar carece de atividades que exercitem o desenvolvimento de didáticas que explorem sua dinâmica. Portanto, a importância desse estudo está na proposição de um projeto didático de ensino e pesquisa que permita transformar o educando em agente ativo no seu processo de aprendizagem.

Utilizando os parâmetros temperatura e precipitação, os alunos realizaram a comparação entre a última Normal Climatológica do século XX, entre 1961 e 1990 e o período de dados de 2008 a 2017, para a cidade de Brasília - DF, verificando diferenças e semelhanças nos valores de precipitação encontrados. Com base nas informações, os alunos deveriam compreender a crise hídrica pela qual a cidade de Brasília - DF passou entre os anos de 2016 a 2018, a partir da análise do comportamento do tempo atmosférico ao longo dos últimos anos, incentivando, assim, o aprendizado de manuseio de diversas plataformas de obtenção de dados e de criação de materiais, expandindo o aprendizado dos estudantes em relação à utilização informacional.

Dessa forma, por meio do uso de metodologias ativas, buscou-se promover uma reflexão do ensino de Climatologia a partir da construção e comparação de climogramas, além da análise das informações obtidas. Em tempo, o objetivo principal deste estudo foi descobrir



de que maneira o comportamento do tempo atmosférico contribuiu para a crise hídrica - e não responder os motivos que levaram aos problemas de abastecimento na cidade.

Em um rápido questionamento aos estudantes sobre a crise hídrica do Distrito Federal, a principal hipótese levantada pelos alunos, em relação à escassez de água, estava pautada na redução das chuvas, e na consequente diminuição do volume de água nos reservatórios que abastecem a cidade. Para responder a esse questionamento, os estudantes fizeram uma investigação da hipótese levantada coletando dados a partir do BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da Normal Climatológica (1961 e 1990) e os dados da estação Brasília (OMM: 83377) entre dos dados de Temperatura Compensada Média diária (°C) e Precipitação acumulada (mm) dos anos de 2008 e 2017.

Os dados diários (Figura 2) foram utilizados pelos alunos para calcular os valores mensais da Temperatura e Precipitação da cidade de Brasília nos últimos 10 anos, intervalo de tempo definido pela literatura para se confeccionar uma Normal Provisória para a região.

Data	Precipitação (mm)	Temp. Comp. Média (°C)
01/11/2017	0,0	20,9
02/11/2017	6,8	21,2
03/11/2017	10,8	22,0
04/11/2017	4,8	23,7
05/11/2017	0,0	21,3
06/11/2017	2,4	23,6
07/11/2017	4,6	21,6
08/11/2017	39,0	19,4
09/11/2017	9,0	20,2
10/11/2017	9,1	20,1
11/11/2017	57,3	19,7
12/11/2017	4,8	20,5
13/11/2017	18,4	23,0
14/11/2017	0,0	24,4
15/11/2017	0,0	22,2

Figura 2 – Modelo de tabela utilizado pelos alunos na prática pedagógica.
Fonte: BDMEP – INMET - Estação: Brasília – DF

Após a confecção das tabelas, foram construídos diversos gráficos contendo os dados diários da precipitação e da temperatura do ar mês a mês ao longo de um determinado ano (Figura 3).

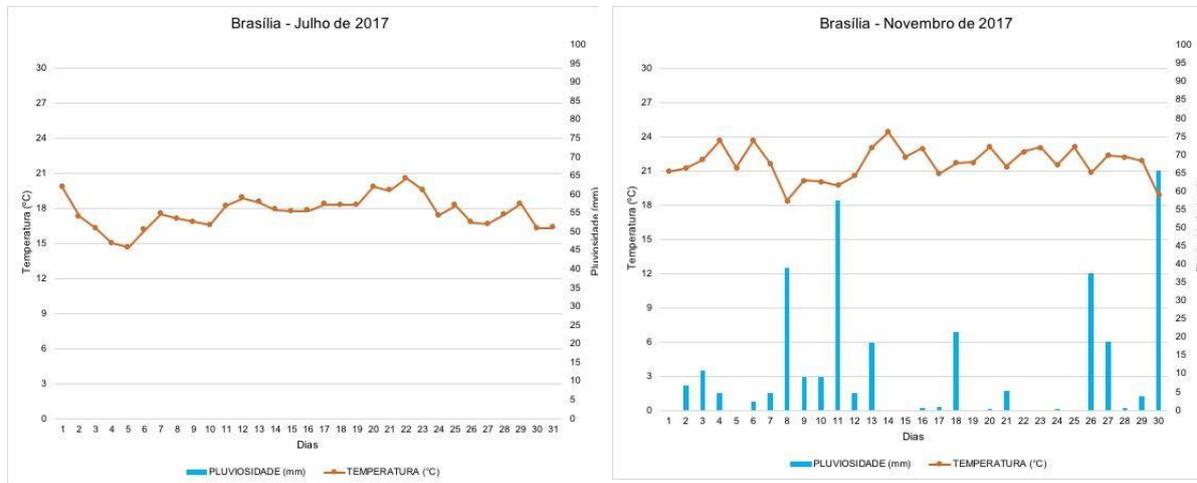
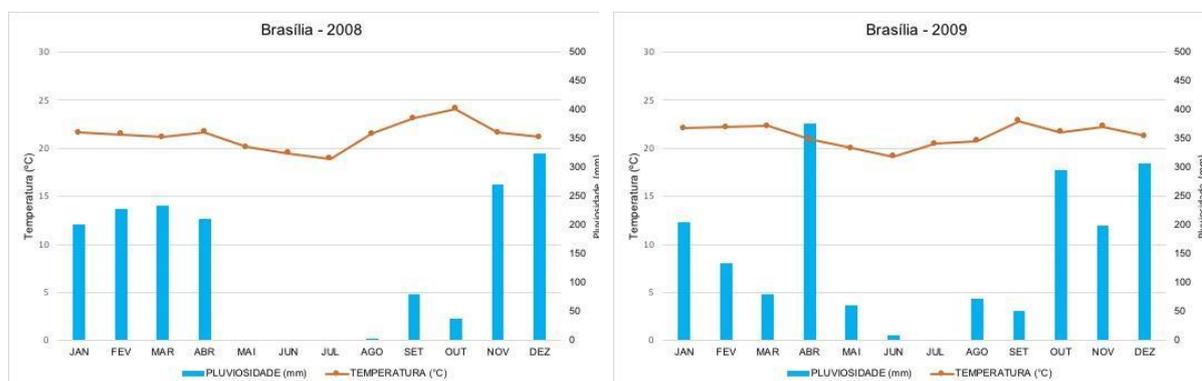


Figura 3 – Pluviosidade e Temperatura Média diária do mês mais seco e chuvoso de 2017
 Fonte: BDMEP - INMET - Estação: Brasília – DF

De posse dos dados diários de precipitação e da temperatura do ar, os alunos realizaram a etapa de investigação da crise hídrica de Brasília a partir da hipótese de que a diminuição do volume de água nos reservatórios da cidade e, o consequente desabastecimento da população por meio do racionamento determinado pelo governo local, estava relacionado com a diminuição das chuvas nos últimos anos. Inicialmente, os estudantes estudaram como intervalo de pesquisa o período de 10 anos (2008-2017) e, construíram digitalmente, a partir do programa *Microsoft Excel*, os climogramas anuais da cidade de Brasília (Figura 4). A partir das informações obtidas, foram calculadas a temperatura média e a precipitação acumulada ano a ano.





14º Encontro Nacional de Prática de Ensino de Geografia
Políticas, Linguagens e Trajetórias
Universidade Estadual de Campinas, 29 de junho a 4 de julho de 2019

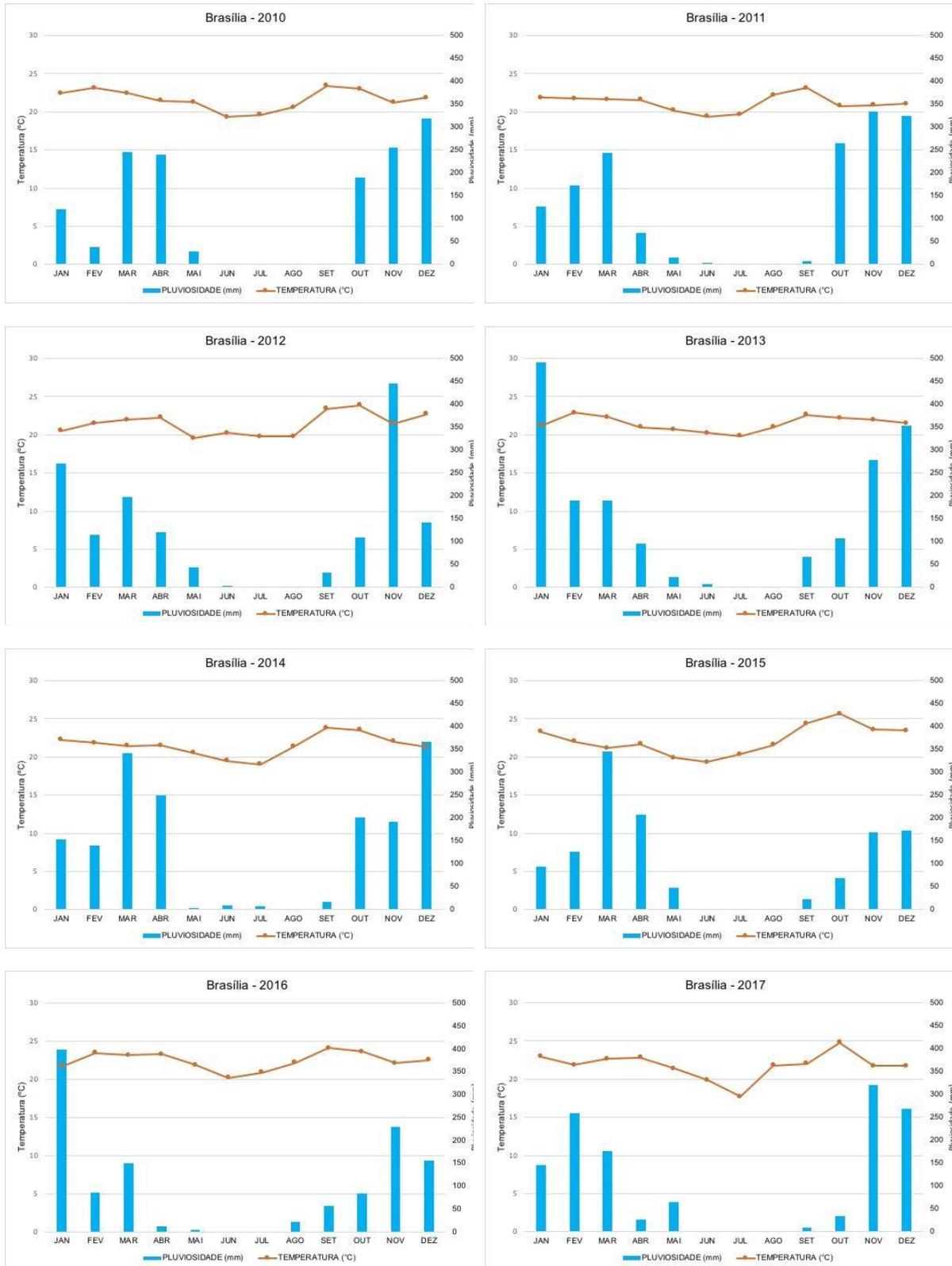


Figura 4 – Climogramas Digitais - Brasília 2008 a 2017
Fonte: BDMEP - INMET - Estação: Brasília - DF

Resultados

Após a coleta de informações e criação das tabelas, os dados diários de precipitação e de temperatura compensada média (figura 5) foram bastante explorados pelos alunos, uma vez que a maioria deles tinha algum conhecimento sobre as características gerais do Clima Tropical Alternadamente Úmido e Seco. A Normal Climatológica indicava que entre 1961 e 1990, a temperatura média de Brasília foi de 20,6°C e a precipitação acumulada média anual de 1540,6 mm. Entre 1988 e 2017, a temperatura média de foi de 21,3°C e a precipitação acumulada média anual foi de 1486,2 mm. Considerando apenas os últimos 10 anos (2008-2017), a temperatura média foi de 21,6°C e a precipitação acumulada média anual de 1508,5 mm.

Ano	Pluv. Acumulada (mm)	Temp. Média (°C)
2008	1589,7	21,3
2009	1792,9	21,3
2010	1431,6	21,6
2011	1558,8	21,2
2012	1479,2	21,4
2013	1801,3	21,5
2014	1680,4	21,5
2015	1252,7	22,2
2016	1192,9	22,4
2017	1305,0	21,5

Figura 5 – Tabela de Pluviosidade Acumulada e Temperatura Média 2008 a 2017
Fonte: BDMEP – INMET - Estação: Brasília - DF

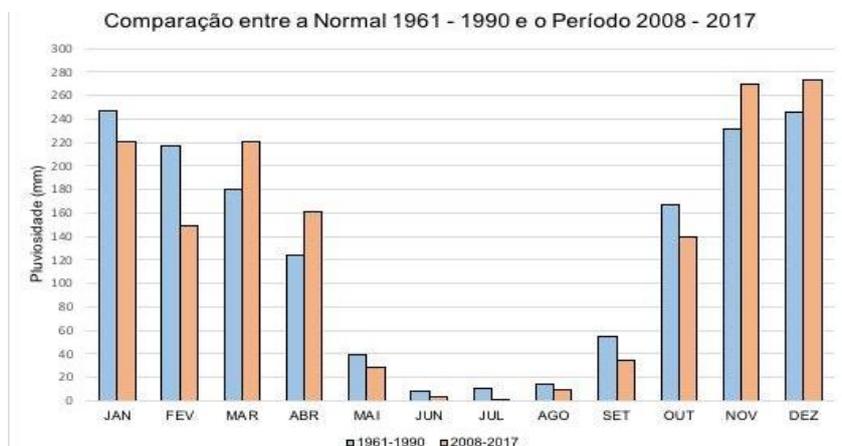


Figura 6 – Comparação entre a Normal 1961-1990 e o Período 2008-2017
Fonte: BDMEP – INMET - Estação: Brasília - DF

A análise dos dados serviu para demonstrar que a pluviosidade existente em um determinado período não depende de um fluxo constante de precipitações, mas sim de um acúmulo das contribuições ao longo do ciclo estudado. Dentro desse contexto, os resultados obtidos foram bastante interessantes e demonstraram que, de posse de dados, é possível tornar o aprendizado mais concreto e próximo da realidade do aluno.

Com os climogramas, foi possível perceber que, embora as características básicas do Clima Tropical Alternadamente Úmido e Seco sejam perceptíveis em todos os anos analisados, os meses mais chuvosos foram se alternando ano após ano. Em 2013, ano com maior índice pluviométrico (1801,3 mm), o mês de janeiro apresentou um comportamento atípico, com precipitação de 491,8 mm, correspondendo a aproximadamente 27% do volume anual de chuvas. Em 2009, segundo ano com maior pluviosidade anual, o mês mais chuvoso foi abril, com 375,9 mm, correspondendo a aproximadamente 21% das chuvas registradas durante todo o ano.

Os dados também mostraram que, na última década, o volume de precipitação anual sempre variava em relação ao volume de chuvas previsto (1540,6 mm) a partir da Normal Climatológica. Os anos de 2008, 2009, 2011, 2013 e 2014 apresentaram índices de pluviosidade anual superior à média prevista. O que mais chamou a atenção dos estudantes foi a sequência observada entre os anos de 2015 a 2017 com volumes de chuvas abaixo do esperado (Figura 7). Em 2016, no auge da crise hídrica, a pluviosidade anual correspondeu a 77% do esperado. Essa sequência de precipitações abaixo da média esperada respondia, até aquele momento, à hipótese levantada para a diminuição do volume de água nos reservatórios que abastecem a cidade.

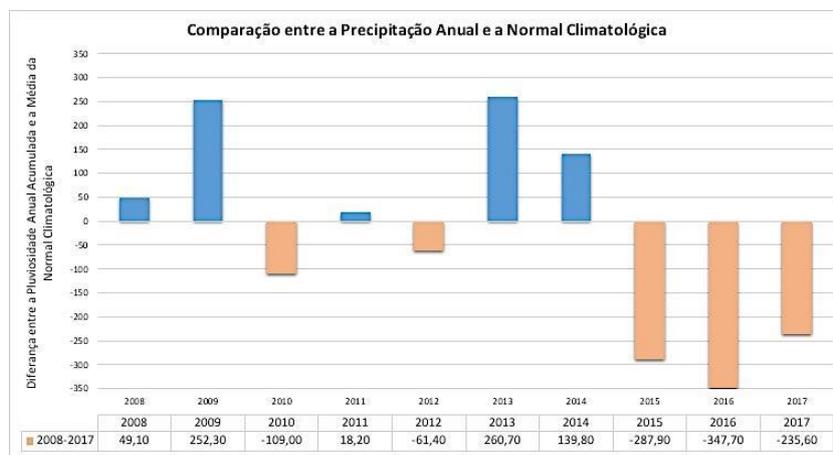


Figura 7 – Diferença entre a Pluviosidade Anual Acumulada no Período 2008-2017 e a Normal Climatológica 1961-1990. Fonte: BDMEP – INMET - Estação: Brasília - DF

Entretanto, durante a investigação desses dados, uma pergunta não saía da cabeça dos alunos. Até que ponto uma sequência de resultados negativos teria um impacto significativo no abastecimento da população? Sendo assim, os estudantes voltaram ainda mais no tempo e analisaram o volume de chuvas a partir de 1988, ou seja, os últimos 30 anos. A maior surpresa encontrada nos dados se deu no intervalo entre 1993 e 2013. Durante esses 11 anos, o volume de chuvas foi abaixo do esperado. O de maior pluviosidade foi 1997, com 1512,0 mm e o de menor pluviosidade foi 1996, com 1157,1 mm (Figura 8).

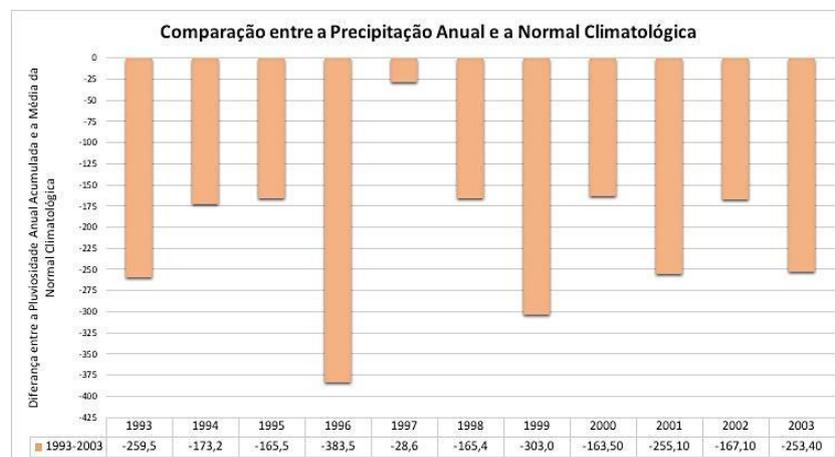


Figura 8 – Diferença entre a Pluviosidade Anual Acumulada no Período 1993-2003 e a Normal Climatológica 1961-1990. Fonte: BDMEP – INMET - Estação: Brasília - DF

Os resultados observados demonstraram que a cidade de Brasília já havia, em momentos passados, enfrentado outros períodos com precipitações, em sequência, abaixo do esperado e, nem por isso, houve a necessidade de um racionamento devido à escassez de água nos reservatórios. A relação da crise com a falta ou diminuição dos totais de chuvas é pequena. Culpar o clima significaria apostar no acaso e, como qualquer sistema complexo, os vários elementos climáticos (temperatura, precipitação, pressão etc.) oscilam bastante em termos de escala espacial e temporal. A análise das informações da série histórica de dados meteorológicos desse estudo permitiu fazer essa verificação.



Considerações Finais

O objetivo principal desse texto foi demonstrar como a utilização de uma metodologia ativa, que permitisse ao aluno se transformar em protagonista em vez de mero espectador, no seu processo de aprendizagem, realçou a capacidade dos estudantes de estabelecerem uma relação mais direta e significativa com o processo de estudo, tornando os conhecimentos adquiridos mais expressivos e próximos da realidade que os cerca.

A crise hídrica trabalhada por meio desse artigo mostrou uma oportunidade didática e pedagógica bastante proveitosa para o ensino da Geografia, mais especificamente da Climatologia Geográfica, contribuindo de forma significativa para uma reflexão dos alunos sobre a realidade. A abordagem baseada na espacialidade dos fatos e fenômenos pode contribuir para a ressignificação da Geografia Escolar, uma vez que essa disciplina é marcada, muitas vezes, por um ensino informativo e fragmentado, distanciando os alunos.

Vale destacar que o ensino da Geografia no Ensino Médio pode ser realizado por meio de novas propostas pedagógicas. O ensino baseado em projetos permite que os professores se transformem em agentes mediadores do processo e, ao atuarem mais próximos dos alunos, promovam uma ação mais competente nos processos significativos de aprendizagens e na intervenção dos problemas demandados pela prática pedagógica. Pensar o lugar, construindo conhecimentos que possibilitem ampliar a compreensão da realidade, pode fazer com que a Geografia, por meio da escola, reencontre a sua verdadeira essência.

Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil Informe 2014**: Encarte Especial sobre a Crise Hídrica. Brasília: ANA, 2014. Disponível em <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/crisehidrica2014.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2019.
- FREITAS, M. A. V. & SANTOS, A. H. M. **Importância da água e da informação hidrológica**. In: Freitas, M.A.V. (Ed.). O estado das águas no Brasil; perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos. Brasília: ANEEL/MME. P.13-16. 1999.
- JACOBI, P. R.; CIBIM, J.; LEO, R. de S. **Crise hídrica na Macrometrópole Paulista e respostas da sociedade civil**. Estud. av., São Paulo, v. 29, n. 84, p. 27-42, Ago. 2015.
- SANT'ANNA NETO, J. L. **Decálogo da climatologia do Sudeste Brasileiro**. In. Revista Brasileira de Climatologia. Presidente Prudente: ABClimate, p. 43-60. 2005.