

Impacts of climate change on the hydrology of the semi-arid region of Pernambuco: Scenarios and perspectives for the Terra Nova Basin-PE

Fábio J. da Silva*, Alcileia Sales**, Higor Alves S. Barbosa***, Brendo B. R. de almeida****, Larissa H. Carneiro*****

*Graduanda em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: fabio.josesilva@ufpe.br

**Graduanda em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: Alcileia.sales@ufpe.br

***Graduanda em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: higor.alves.@ufpe.br

****Graduanda em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: brendo.beijamim@ufpe.br

*****Graduanda em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: larissa.carneiro@ufpe.br

Received 31 October; accepted 25 May 2022

Abstract

It is notorious that climate change has had devastating effects across the planet, these changes are visible in many parts of the world due to the immense disasters that have been occurring frequently. In relation to Brazil, an increase in temperature levels and low levels of precipitation is observed, especially in the northeast, and studies warn of worsening in the coming decades. The state of Pernambuco has an extensive network of hydrographic basins that are of fundamental economic importance, which have been suffering from the effects of climate change for years. In this sense, this study aims to analyze the possible impacts of global warming on the hydrological cycle of the Terra Nova Basin in Pernambuco, specifically on its rainfall, seeking to contribute to the predictions of these impacts. Therefore, a comparative study was carried out on the water balance of the basin for the last four decades (1990 to 2020), confronting a future scenario of less rainfall and higher temperatures. The simulation of scenarios through the tool SUPER-System of Hydrological Response Units for Pernambuco was used. The study brings worrying results by noting systematic drops in rainfall in the region, associated with the continuous growth in rates of the evapotranspiration process, which directly contributes to the increase in the hydrological deficit of the basin.

Keywords: Climate change, rainfall, temperature, evapotranspiration, water resources.

Impactos das mudanças climáticas na hidrologia do semiárido pernambucano: Cenários e perspectivas para a Bacia de Terra Nova-PE

Resumo

É notório que as mudanças climáticas vêm provocando efeitos devastadores em todo planeta, essas mudanças são visíveis em várias partes do mundo devido aos imensos desastres que vem ocorrendo frequentemente. Em relação ao Brasil é observado o aumento dos níveis de temperatura e os baixos níveis de precipitação principalmente no nordeste, e os estudos alertam para o agravamento nas próximas décadas. O estado de Pernambuco possui extensa rede de bacias hidrográficas que são de fundamental importância econômica, as quais vêm sofrendo há anos os efeitos das mudanças climáticas. Neste sentido, este estudo tem o objetivo de analisar os possíveis impactos do aquecimento global no ciclo hidrológico da Bacia de Terra Nova em Pernambuco, especificamente em seus índices pluviométricos, buscando contribuir nos prognósticos desses impactos. Para tanto, foi realizado um estudo comparativo no balanço hídrico da bacia relativo às últimas quatro décadas (1990 a 2020), confrontando com um cenário futuro de menos pluviosidade e temperaturas mais elevadas. Utilizou-se para tanto, a simulação de cenários através da ferramenta SUPeR-Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco. O estudo traz resultados preocupantes ao constatar quedas sistemáticas nos índices pluviométricos da região, associado ao crescimento contínuo nos índices do processo de evapotranspiração, o que contribui diretamente para o aumento do déficit hidrológico da bacia.

Palavras-Chaves: Mudanças climáticas, pluviosidade, temperatura, evapotranspiração, recursos hídricos.

1. Introdução

As mudanças climáticas observadas nas últimas décadas estão provocando efeitos devastadores para o planeta, essas mudanças já estão sendo sentidas pela população mundial devido aos

imensos desastres que vem ocorrendo de forma sistemática em várias partes do mundo. Cientistas alertam que se medidas não forem tomadas no intuito de desacelerar esses eventos, alguns processos se tornarão irreversíveis na dinâmica natural do planeta.

O crescimento populacional aliado ao desenvolvimento industrial ocorrido nas últimas décadas tem contribuído diretamente para o aumento exponencial do consumo de combustíveis fósseis e para o avanço dos desmatamentos florestais, contribuindo diretamente para a escalada do aquecimento global e consequentemente para aceleração das mudanças climáticas no planeta.

Estudos apontam que a temperatura média da terra vem subindo gradativamente em intervalos de tempo cada vez menores. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) vem alertando que a temperatura global média anual provavelmente será de pelo menos 1° Celsius acima dos níveis pré-industriais (1850-1900) em cada um dos próximos cinco anos (2020-2024), e há 20% de chance de exceder 1,5 ° C em pelo menos um ano. Tais eventos estão impactando diretamente na distribuição das chuvas no globo, e consequentemente na estabilidade hidrológica das regiões mais afetadas.

Em relação ao Brasil, o último relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – [IPCC](#), trouxe previsões alarmantes, das quais muitas delas já estamos vivenciando. Dentre as informações contidas no relatório, pode-se destacar a diminuição significativa das precipitações anuais, principalmente nas áreas semiáridas do Nordeste, ficando de fora o extremo sul do país, onde poderá ocorrer justamente o inverso, podendo ocorrer com frequência chuvas torrenciais em curto espaço de tempo, acarretando dessa forma sérios problemas na região. Os períodos de estiagem vão ficar cada vez mais longos, e o aumento do nível do mar será maior do que a média global, o que terá por consequência grandes inundações em regiões costeiras, retração das linhas litorâneas e uma frequência maior de ondas de calor marinhas.

O Nordeste brasileiro está entre as regiões mais vulneráveis aos impactos dessas mudanças climáticas. Estudos recentes indicam que esta região vem sofrendo com fortes variabilidades climáticas (Pimentel et al., 1988; Silva, 2004; Souza Junior, 2006). As chuvas normalmente são mal distribuídas e ocorrem de forma irregular, devido principalmente as peculiaridades de suas características climáticas, pois a região historicamente enfrenta graves problemas relacionados à escassez de chuvas, o que proporciona seca severa e prolongada em grande parte da região.

A região do semiárido nordestino é a área mais afetada pelas alterações climáticas, considerando que os índices pluviométricos historicamente são muito baixos e tendem a uma diminuição gradativa nos próximos anos. Pesquisas recentes indicam que os já existentes déficits hídricos e eventos extremos vão aumentar no futuro, não somente pelo declínio da intensidade de chuvas, mas também pelo possível

aumento da evaporação e do número de dias secos consecutivos na região.

Segundo o Relatório do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMCM, 2013), é provável que o semiárido nordestino tenha sua **precipitação reduzida em até 20% até 2040**, com **aumento de temperatura de até 1°C**. Este relatório também, indica que todo o Brasil deverá ficar ao menos 3°C mais quente até o fim do século, as precipitações aumentariam em 30% nas regiões Sul e Sudeste e diminuiriam em até 40% nas regiões Norte e Nordeste.

A predominância de baixa pluviosidade e clima seco e quente em quase todo o período do ano, torna a hidrografia da região do semiárido frágil, sendo insuficiente para manter os níveis de água dos rios perenes nos longos períodos de ausência de precipitações, com exceção do rio São Francisco, que devido às características hidrológicas que possui, onde as suas nascentes estão fora do perímetro de secas, possibilita a sua sustentação durante o ano todo.

Binder (2006) recomendou detalhar mais os cenários disponíveis de mudanças climáticas para a escala de bacia hidrográfica utilizando-se ainda modelos hidrológicos, a fim de se estudar impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos.

O estado de Pernambuco possui extensa rede de bacias hidrográficas que são de fundamental importância econômica para o estado, as quais vêm sofrendo há anos os efeitos das mudanças climáticas. Pode-se afirmar que as bacias estão divididas em duas vertentes: o rio São Francisco e o Oceano Atlântico. As bacias que escoam para o rio São Francisco formam os chamados rios interiores sendo os principais: Pontal, Garças, Brígida, Terra Nova, Pajeú, Moxotó, Ipanema, além de grupos de pequenos rios interiores. As bacias que escoam para o Oceano Atlântico, constituem os chamados rios litorâneos, e os principais são: Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una e Mundaú e GL's.

Em termos gerais, as bacias hidrográficas que compõem todo o estado de Pernambuco são fundamentais para o sistema hidrológico não só do estado como também para o Brasil, tendo em vista o fator econômico positivo que essas respectivas bacias proporcionam internamente e externamente para o desenvolvimento do país. Nesse sentido, é pertinente levantar informações sobre esses rios, pois facilita o entendimento melhor do artigo e qualifica o leitor no sentido descritivo da leitura.

Contudo, as bacias hidrográficas situadas na área do semiárido pernambucano são sem dúvidas que mais sofrem com as mudanças climáticas, carecendo cada vez mais de atenção por parte de estudiosos na busca de compreender a real problemática, e propor soluções factíveis para minimizar os efeitos negativos na região. No entanto, o desafio em estudar fatores tão complexos não está simplesmente na tentativa em

conhecer as relações existentes entre as alterações climáticas e a variação pluviométrica da região foco do estudo, e sim, entender a real situação através da elaboração de cenários comparativos, para que, a partir daí, com uma visão mais assertiva da realidade, possa-se sugerir meios de mitigar os impactos negativos na região.

Neste sentido, este estudo tem o objetivo de analisar através de um levantamento comparativo das últimas quatro décadas, confrontando com um cenário futuro, os possíveis impactos do aquecimento global nos índices pluviométricos da região compreendida na Bacia de Terra Nova em Pernambuco, assim como, entender a influência desses impactos em seu balanço hídrico.

2. Material e métodos

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (1998) dividiu o Estado em 29 Unidades de Planejamento (UP), caracterizando assim, a Divisão Hidrográfica Estadual, composta de 13 Bacias Hidrográficas, 06 Grupos de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos (GL1 a GL6), 09 Grupos de Bacias de Pequenos Rios Interiores (GI1 a GI9) e uma bacia de pequenos rios que compõem a rede de drenagem do arquipélago de Fernando de Noronha. É importante salientar que a bacia GI-1 drena parte para o rio São Francisco (Riacho Traipu) e parte para o Oceano Atlântico (Rio Paraíba).



Figura 1 - Unidades de planejamento hídrico do estado de Pernambuco. Fonte: Adaptado da Série Bacias Hidrográficas de Pernambuco: Rio Ipojuca (AGÊNCIA CONDEPE/FIDEM, 2005).

A bacia do rio Terra Nova apresenta uma área de 4.887,71 km², que corresponde a 4,97% da área do estado. Denominada de Unidade de Planejamento Hídrico UP10, está localizada no Sertão de Pernambuco, entre 7° 40'20" e 8° 36'57" de latitude sul, e 38° 47'04" e 39° 35' 58" de longitude oeste. A área de drenagem da bacia envolve 12 municípios dos quais 3 estão totalmente inseridos na bacia (Cedro, Salgueiro e Terra Nova), 2 possuem sede na bacia

(Serrita e Verdejante) e 7 estão parcialmente inseridos (Belém do São Francisco, Cabrobó, Carnaubeira da Penha, Mirandiba, Orocó, São José do Belmonte e Parnamirim). Limita-se ao norte com o estado do Ceará, ao sul com os grupos de bacias de pequenos rios interiores 4 e 5 - GI4 (UP23) e GI5 (UP24) e o rio São Francisco, a leste com a bacia do rio Pajeú (UP9) e a oeste com a bacia do rio Brígida (UP11)

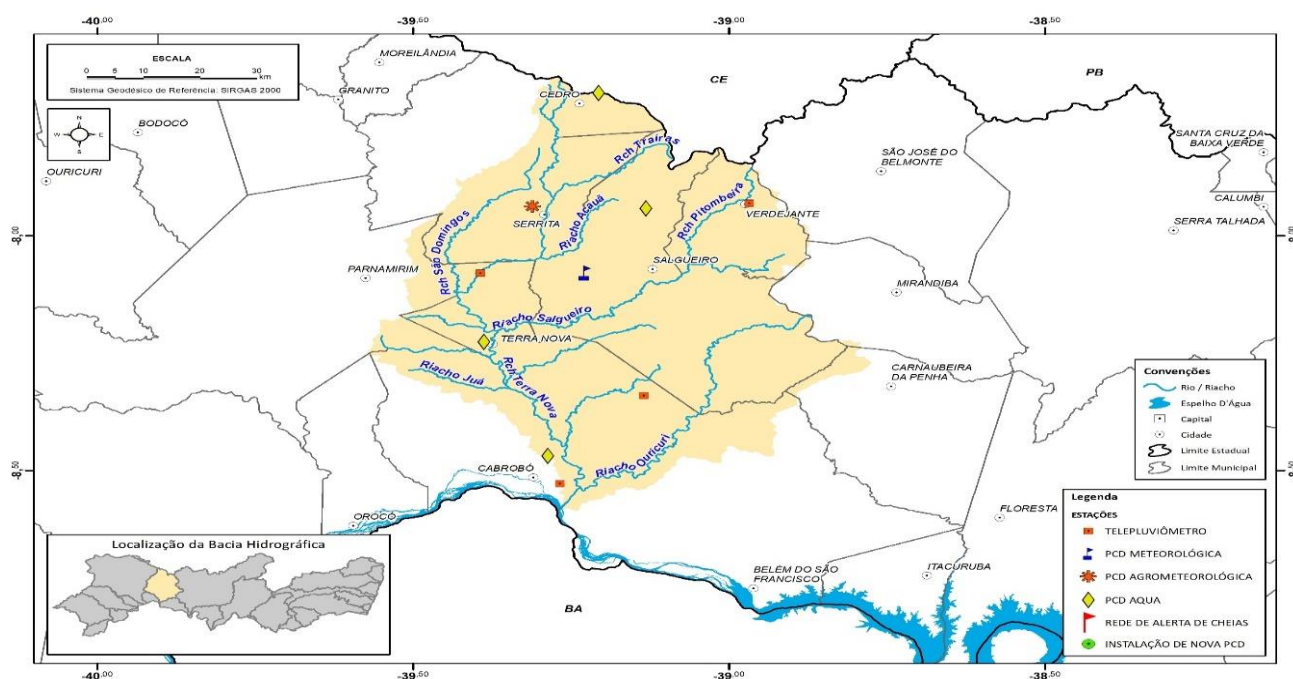


Figura 2 – Mapa de localização bacia de Terra Nova, Pernambuco.

O rio Terra Nova apresenta uma extensão de 40km, com suas nascentes situadas no limite do estado do Ceará. No seu curso inicial, o rio apresenta direção norte-sul e, a partir da cidade de Terra Nova, segue o sentido noroeste-sudeste até desaguar na margem esquerda do rio São Francisco. Seu regime fluvial é intermitente ao longo de todo seu curso.

Os principais afluentes do rio Terra Nova são, pela margem direita, os riachos do Amador, Jibóia, do Tigre, do Mororó e Cupiará. Pela margem esquerda, destacam-se os riachos Acauã, Salgueiro, Jatobá, da Cachoeirinha e Ouricuri. O seu maior afluente é o rio Salgueiro que, com uma extensão de aproximadamente 53 km, drena as cidades de Verdejante e Salgueiro.

Para entender a situação hídrica da Bacia em estudo, buscou-se primeiramente identificar um histórico do seu balanço hídrico com base nas últimas quatro décadas, ou seja, no período compreendido entre 1990 e 2020. Para tanto, utilizou-se o Sistema de Unidades de resposta hidrológica para Pernambuco (SUPe) site: <https://super.hawqs.tamu.edu/>, trata-se de um sistema interativo de modelagem hidrológica e de qualidade de água que utiliza como mecanismo de modelagem a Ferramenta de Avaliação do solo e da Água – Soiland Water Assessment Tool (SWAT). O SUPe fornece uma interface interativa da web e mapas; dados de entrada pré-carregados; resultados que incluem tabelas, gráficos e dados de saída; um guia do usuário, e projetos de modelagem com desenvolvimento, execução e armazenamento online para os usuários.

3. Resultados e discussão

A representação do balanço hídrico tem por finalidade permitir a visualização do ritmo anual dos elementos básicos e facilitar sua interpretação quanto à determinação de épocas com excedentes ou com deficiências de água no solo para atendimento das necessidades hidro climatológicas da região de estudo.

A evapotranspiração é definida como sendo o processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera por evaporação da água do solo e da vegetação úmida e por transpiração das plantas. Pode-se elencar alguns dos principais fatores intervenientes no processo de evapotranspiração: temperatura, vento, grau de umidade relativa do ar e radiação solar

Os cenários de 1 a 4 (figuras 3, 4, 5 e 6) correspondem ao balanço hídrico da Bacia de Terra Nova. Refletem um levantamento histórico das condições hidrológicas, no período compreendido de quatro décadas (1990 a 2020), os quais retratam os resultados anuais médios dos elementos que compõem o balanço hídrico; pluviosidade, fluxo de retorno, fluxo lateral, escoamento superficial e evapotranspiração real e potencial. Nos respectivos cenários tem-se uma visão aprofundada da realidade alarmante da situação hídrica da bacia

Neste contexto preocupante pode-se observar a diminuição sistemática dos índices pluviométricos, e por outro lado o aumento gradual do processo de evapotranspiração, efeitos clássicos do processo de aquecimento climático na região.

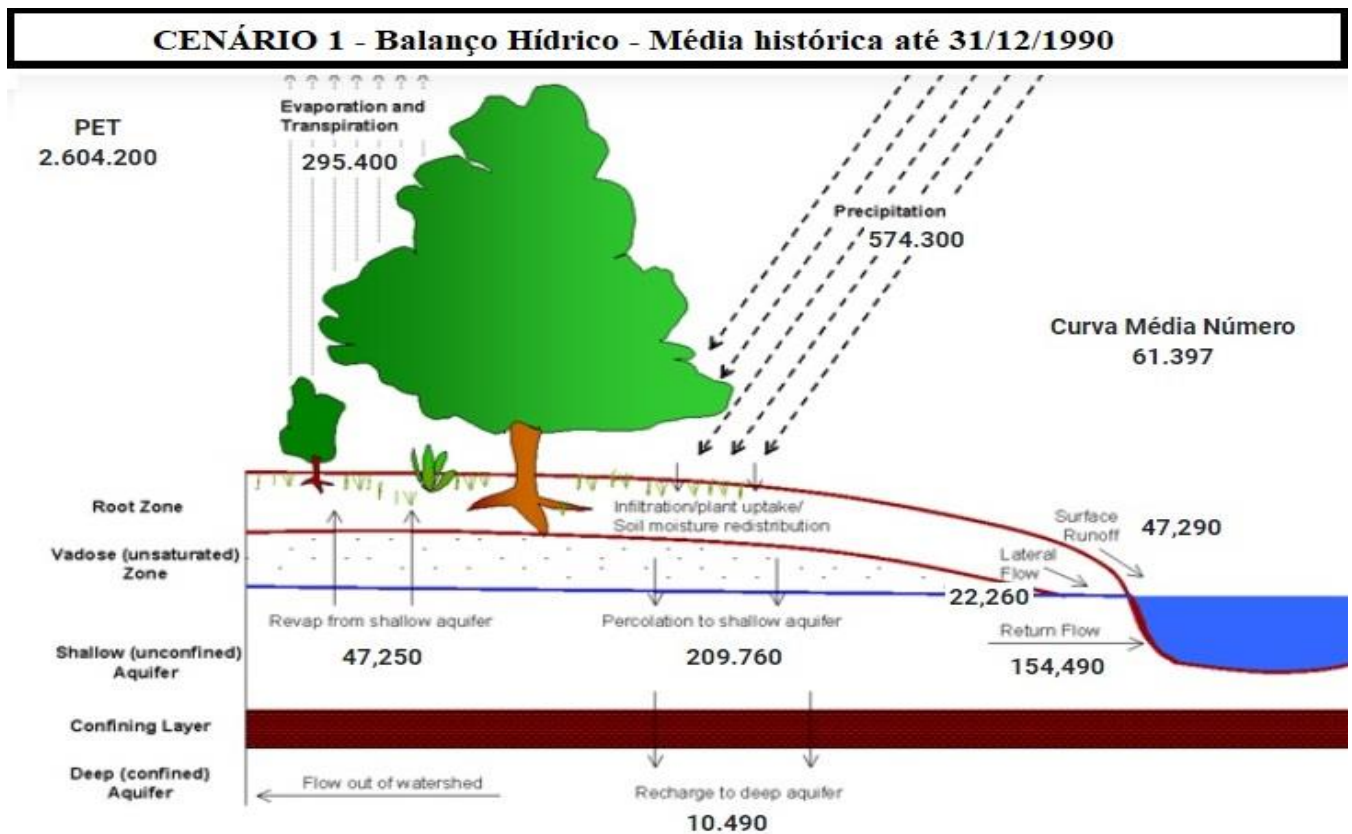


Figura 3 - Balanço hídrico da bacia de Terra Nova, média histórica anual até 31/12/1990. Dados extraídos a partir do SUPER.

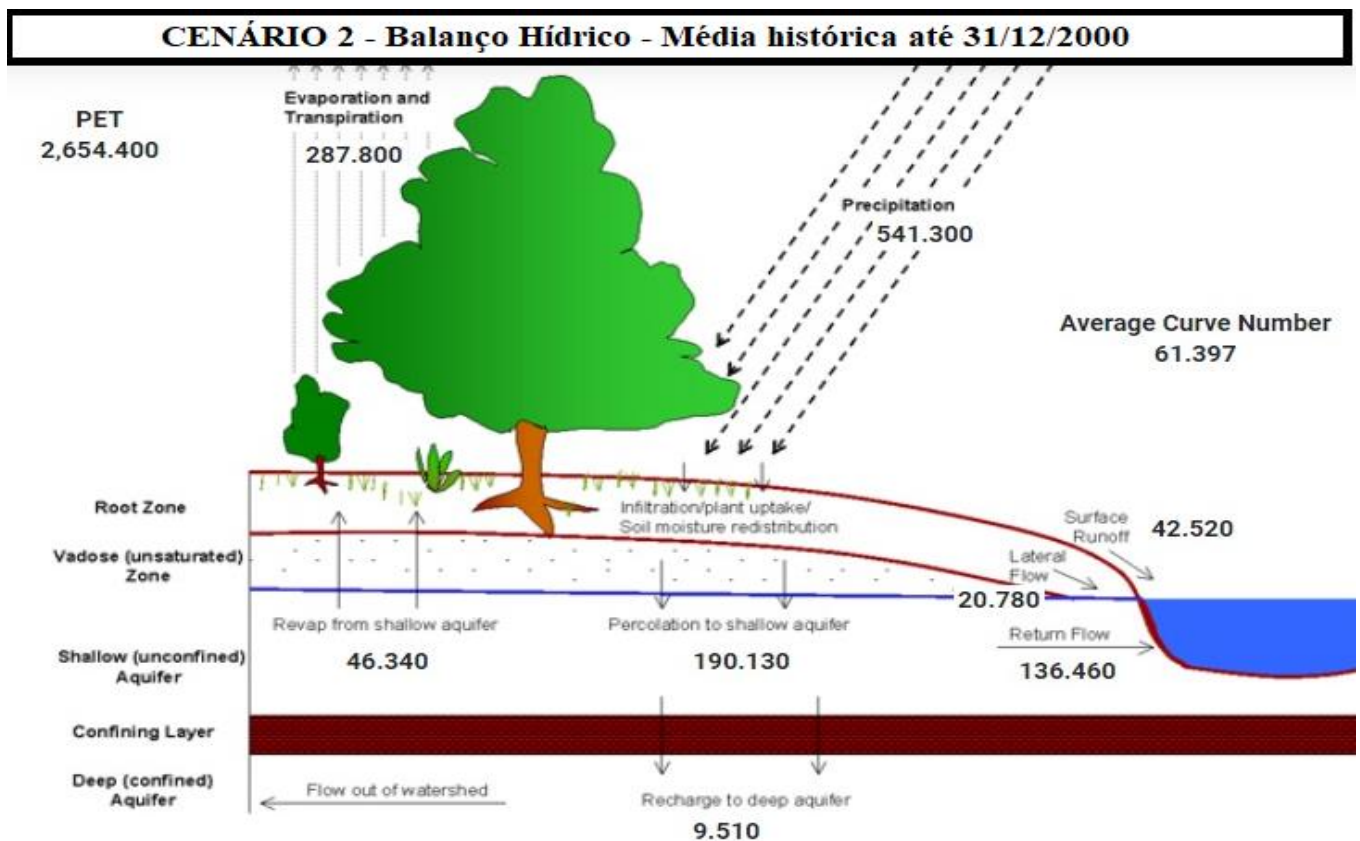


Figura 4 - Balanço hídrico da bacia de Terra Nova, média histórica anual até 31/12/2000. Dados extraídos a partir do SUPER.

CENÁRIO 3 - Balanço Hídrico - Média histórica até 31/12/2010

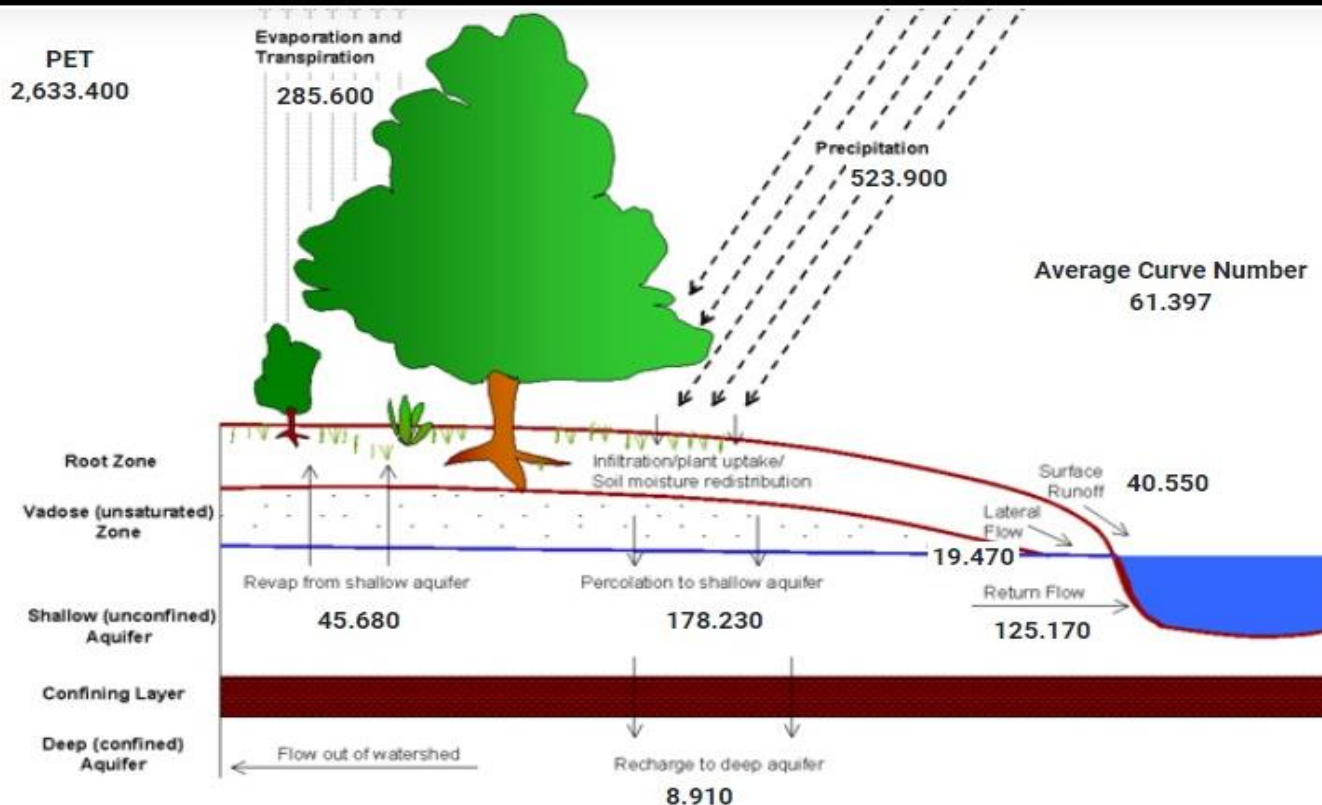


Figura 5 - Balanço hídrico da bacia de Terra Nova, média histórica anual até 31/12/2010. Dados extraídos a partir do SUPER.

CENÁRIO 4 - Balanço Hídrico - Média histórica até 31/12/2020

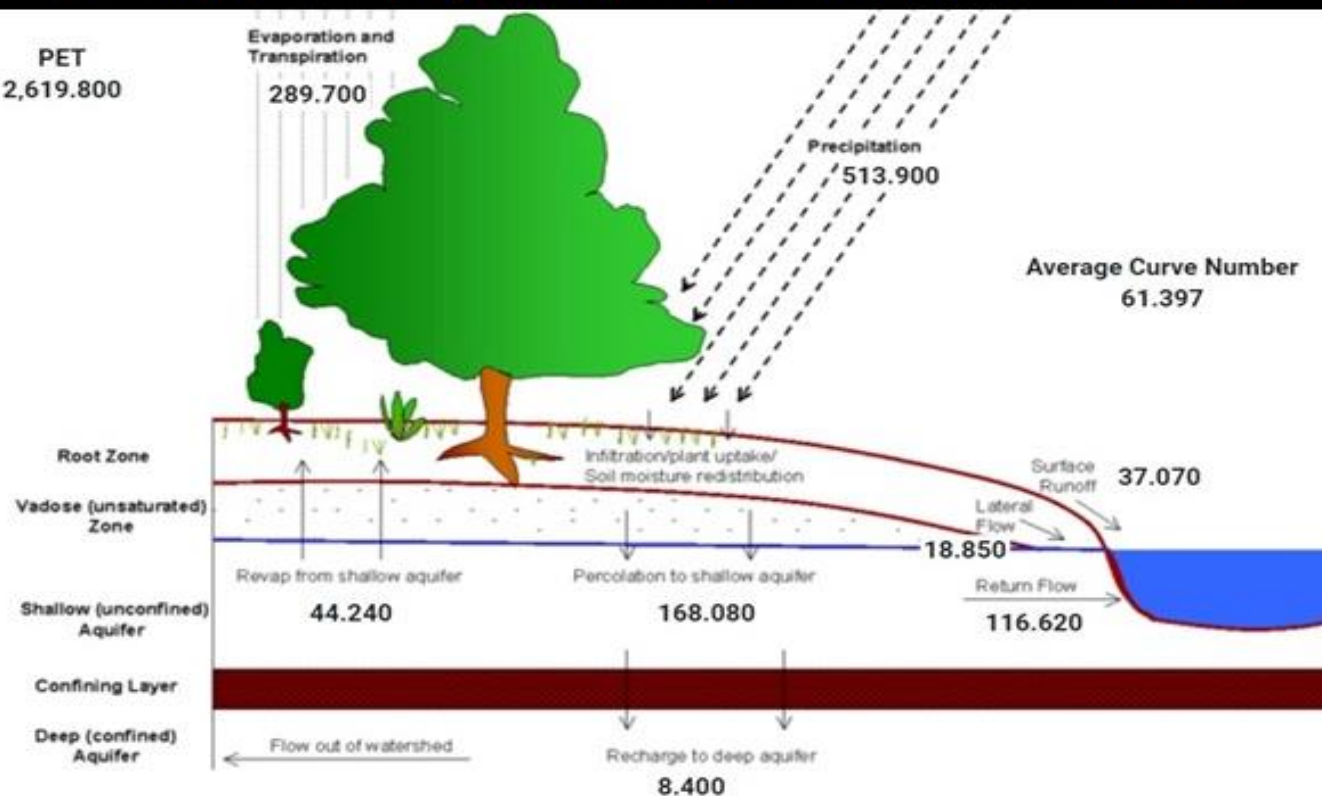


Figura 6 - Balanço hídrico da bacia de Terra Nova, média histórica anual até 31/12/2020. Dados extraídos a partir do SUPE

O **cenário 5** (figura 7) se refere a simulação de um futuro bem realista, onde tomando por base o último relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC, o qual faz um alerta informando que até 2040 o semiárido nordestino terá uma diminuição de 20% nas precipitações, associado a um aumento médio de temperatura de 1°C. Neste contexto, utilizou-se para a simulação, os valores de -20% na variável **precipitação** e de +1°C na variável **temperatura**.

Os resultados do balanço, não são nada animadores, retratam um futuro sombrio para a sobrevivência da bacia de Terra Nova nas próximas décadas. Observa-se que a tendência de menor precipitação e maior temperatura provocará uma

sensível perda de água através do processo de evapotranspiração, pois ambientes mais secos e quentes tendem a viabilizar uma maior evaporação das águas, não permitindo chegarem ao leito dos rios.

A **Tabela 1** mostra a estatística descritiva dos dados obtidos a partir do Sistema SUPER. Traduz uma situação calamitosa para a região de estudo. Os resultados preveem que o déficit no balanço hídrico da bacia de Terra Nova aumentará consideravelmente nas próximas décadas, a maior parte da água das chuvas cerca de serão devolvidas á atmosfera através do processo de evapotranspiração, isso se dá principalmente devido ao fato da elevação da temperatura média na região.

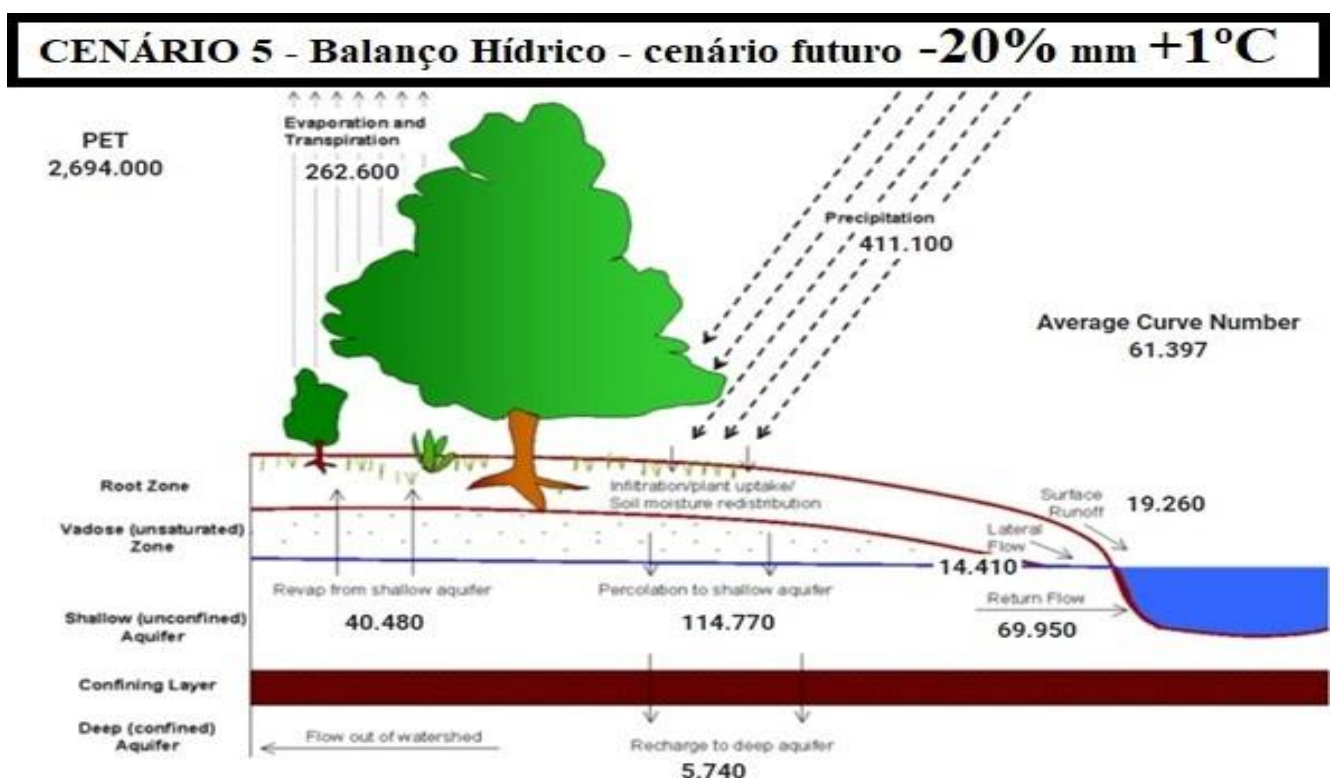


Figura 7 - Balanço hídrico da bacia de Terra Nova, cenário futuro. Dados extraídos a partir do SUPER.

Tabela 1 – Estatística descritiva - Balanço hídrico da bacia de Terra Nova, dados históricos de 1990 a 2020.

PRECIPITAÇÃO MÉDIA X EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL MÉDIA			
Base histórica a partir de 01/01/1961	Precipitação média anual	Evapotranspiração real média anual	Índice de perdas de água por evapotranspiração
Até 31/12/1990	574,30 mm	295,40	51.4%
Até 31/12/2000	541,30 mm	287,80	53.5%
Até 31/12/2010	523,90 mm	285,60	54.5%
Até 31/12/2020	513,90 mm	289,70	63.9%

4 Conclusões

Do presente estudo pode-se concluir que as mudanças climáticas observadas em todo o planeta estão afetando as condições hidrológicas da bacia de Terra Nova, situada no semiárido pernambucano.

A partir dos resultados encontrados pode-se concluir que as mudanças climáticas vêm afetando a região da bacia há décadas. Consta-se que o cenário futuro é preocupante na região da bacia, as perspectivas são assustadoras no sentido da impossibilidade da manutenção dos níveis dos rios que mantem a bacia, devido principalmente as quedas sistemática nos índices pluviométricos associado ao gradual aumento médio da temperatura na região.

Os resultados foram obtidos a partir das simulações de cenários com modelo SUPER Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco, onde pode-se constatar tanto os déficits no balanço hídrico da bacia em estudo como as perspectivas de piora para o futuro.

5 Referências

- APAC. Agência Pernambucana de Águas e Climas - Sistema de Informação Geográfica. Disponível em: Acesso: agosto de 2017.
- ANA - Agência Nacional de Águas / Instituto Manoel Novaes para o Desenvolvimento do São Francisco – íman. Relatório programa de mobilização para formação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Coordenação Estadual de Pernambuco, 2002.
- CONDEPE/FIDEM AGÊNCIA. (2005), Série Bacias Hidrográficas de Pernambuco, Recife (PE), 2005.
- Binder, L. C. W. Climate change and watershed planning in Washington State. Journal of the American Water Resources Association, v.42, p.915-926, 2006.
- Galvêncio, J. (2021). Impacto do aumento de CO₂ nas Precipitações do estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Geografia Física, 14, 1828-1839. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p.1828-1839>.
- PAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima. Bacias Hidrográficas – Rio Terra Nova. Acesso em: 24 de abr. de 2020.
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, p. 151 World Meteorological Organization (WMO). Disponível em: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/2020-was-one-of-three-warmest-years-record> Acessado em 22 de out. 2021