Universidade Politécnica

A POLITÉCNICA

Instituto Superior Aberto (ISA)

Curso de Licenciatura em Ensino de História e Geografia

"Impactos do Comportamento da Temperatura e da Precipitação no Acesso a Água no Planalto de Lichinga 2010 - 2022"

Fatulse Arcanjo Maida

Lichinga

Março

2024

Fatulse Arcanjo Maida

"Impactos do comportamento da temperatura e da precipitação no acesso a água no Planalto de Lichinga 2010 - 2022"

Monografia científica a ser apresentada a Universidade Apolitécnica como requisito para obtenção do grau académico de Licenciatura em Historia e Geografia

Supervisor: **Mestre, Assane Amade Sofiano**

Lichinga

Março

2024

Parecer do Supervisor

Eu, **Assane Amade Sofiano,** Supervisor da Monografia de Licenciatura do estudante **Fatulse Arcanjo Maida** intitulada "**Impactos do comportamento da temperatura e da precipitação no acesso a água no Planalto de Lichinga 2010 - 2022**", sou de parecer favorável. Por estes motivos, considero que o presente trabalho de Licenciatura do candidato, esta apto para ser submetido à avaliação e defesa pública perante o Júri nomeado para o efeito.

Lichinga, 02 de Maio de 2024

Índice

Declaração vi

Lista de siglas vii

Agradecimentos viii

Lista de Tabelas ix

Lista de gráficos x

Lista de Figuras xi

Resumo xii

Abstract xiii

Capítulo I - Introdução 14

Capítulo II: Caracterização do objecto de estudo 17

2.1. Localização geográfica 17

2.2. Características físico-geográficas e socioeconómicas 18

2.2.1. Clima 18

2.2.2. Recursos hídricos 18

2.2.3. Geomorfologia 18

2.2.4. Geologia e solos 18

2.2.5. Estrutura económica 19

2.2.6. Grupos Etno-Culturais 19

Capítulo III: Revisão da literatura 20

3.1 Conceitos 20

3.1.1 Clima 20

3.1.2. Temperatura 20

3.1.3. Comportamento da temperatura 21

3.1.4. Precipitação 22

3.1.5. Comportamento da precipitação 22

3.1.6. Gestão Sustentável em Recursos Hídricos 23

Capítulo IV: Metodologia 27

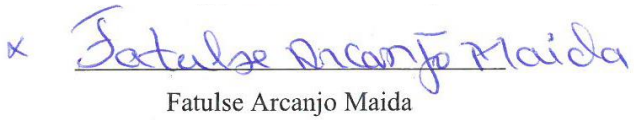
4.1. Quanto ao tipo de Pesquisa 27
4.2. Tipo de Abordagem 27
4.3. Técnicas de colecta de Dados 27
4.3.1 Pesquisa bibliográfica 27
4.4. Participantes do Estudo 28
Capítulo - V: Apresentação, análise e discussão dos resultados 29
5.1. Análise da temperatura anual da Cidade de Lichinga no período de 2010-2022 29
5.2. Análise da precipitação anual da Cidade de Lichinga 31
5.3. Análise de fluxo termo pluviométrico da Cidade de Lichinga do período de 2010-2022 31
5.4 Apresentação e discussão dos resultados da Entrevista dirigida aos Técnicos do INAM, CMCL e FIPAG 32
5.4.1 Relação da temperatura e precipitação e as fontes de água 32
5.4.2 Propostas de sustentabilidade dos recursos hídricos e o acesso a água aos munícipes da Cidade de Lichinga 34
5.3 Os impactos do comportamento da temperatura e precipitação no acesso a água 35
5.4 Acções de regulação da temperatura e precipitação e sustentabilidade dos recursos hídricos 38
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 40
6.1. Conclusão 40
6.2. Recomendações 41
Referências bibliográficas 42
APÊNDICES 45

Declaração

Declaro que esta monografia científica é resultado da minha pesquisa pessoal e das orientações do meu supervisor, o seu conteúdo é do carácter original, todas fontes consultadas estão devidamente mencionados no texto e na bibliografia final.

Declaro ainda que este trabalho nunca foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Lichinga, 02 de Maio de 2024



Fatulse Arcanjo Maida

Lista de siglas

CMCL- Conselho Municipal da Cidade de Lichinga

FIPAG- Fundo de Investimento do Património de Abastecimento de Água

INAM- Instituto Nacional de Meteorologia

IPCC- Painel Intergovernamental sobre as mudanças climáticas

OMS- Organização Mundial da Saúde

OPN- Organização Pan-americana de Saúde

WMO- Word Meteorológica Organization

Agradecimentos

Aos meus pais Arcanjo Maida e Maria José Binasse.

À minha família em especial ao meu esposo: Ntaula Germano Ntaula e aos meus Filhos Nélio Ntaula Germano, Ernel Ntaula Germano, Cássimo Ntaula Germano e Layane Ntaula Germano.

Ao meu supervisor Mestre Assane Amade Sofiano, pelo acompanhamento inteligente da pesquisa.

Agradeço a todos técnicos do INAM e FIPAG.

Aos professores da Universidade A politécnica em geral e do ISA em particular.

À todos que fizeram parte para a realização deste trabalho,

O meu muito obrigado.

Lista de Tabelas

Tabela 1: Manifestação da temperatura e precipitação na Cidade de Lichinga entre (2010-2022).....30
Tabela 2: Índices Termopluviométricos da Cidade de Lichinga no período de 2010-2022.....33
Tabela 3: Propostas de sustentabilidade dos recursos hídricos e o acesso a água aos munícipes da Cidade de Lichinga.....34

Lista de gráficos

Gráfico 1: Distribuição étnica da cidade de Lichinga 19
Gráfico 2: Temperatura Anual da Cidade de Lichinga.....29
Gráfico 3: Precipitação pluviométrica de 1991-2022.....31
Gráfico 4: Índices Termopluviométricos da Cidade de Lichinga no período de 2010-2022 ...32

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa da Cidade de Lichinga 17

Resumo

A presente monografia científica analisa os impactos do comportamento da temperatura e da precipitação no acesso a água no Planalto de Lichinga 2010 – 2022. Pretende-se analisar o s impactos do comportamento da temperatura e precipitação no acesso a água aos Munícipes da Cidade de Lichinga. Especificamente objectiva, caracterizar a variação da temperatura e precipitação no período de 2010 – 2022; relacionar o comportamento da temperatura e precipitação com a escassez da água; avançar com propostas de acesso a água, adaptativas às mudanças climáticas. Para a concretização do presente estudo, optou-se por uma abordagem de natureza quali-quantitativa, análise estatística, comparativa, revisão bibliográfica e pesquisa documental. Os dados de campo foram obtidos com recurso a entrevistas e colecta de dados termo pluviométricos. Os resultados revelam que o comportamento da temperatura e precipitação nos últimos anos, impactam significativamente na escassez da água para os munícipes da Cidade de Lichinga.

Palavras-chave: acesso á água, clima, impactos, planalto de Lichinga.

Abstract

This scientific monograph analyzes the impacts of the behavior of temperature and precipitation on access to water in the Lichinga Plateau 2010 – 2022. It is intended to analyze the impacts of the behavior of temperature and precipitation on access to water for the Municipalities of the City of Lichinga. Specifically, the objective is to characterize the variation in temperature and precipitation in the period 2010 – 2022; relate the behavior of temperature and precipitation to water scarcity; advance with proposals for access to water, adaptive to climate change. To carry out this study, we opted for a qualitative-quantitative approach, statistical and comparative analysis, bibliographic review and documentary research. Field data were obtained using interviews and collection of thermo-rainfall data. The results reveal that the behavior of temperature and precipitation in recent years has a significant impact on water scarcity for the residents of the City of Lichinga.

Keywords: access to water, climate, impacts, Lichinga plateau

Capítulo I - Introdução

O planeta Terra enfrenta períodos variáveis de níveis da temperatura e precipitação devido as mudanças climáticas, que vão tornar a oferta de água cada vez menos previsível e confiável. As tendências actuais de exploração, degradação e poluição dos recursos hídricos já alcançaram proporções alarmantes, podendo afectar a oferta de água num futuro próximo caso não sejam revertidas.

A presente monografia científica analisa os impactos do comportamento da temperatura e da precipitação no acesso a água no Planalto de Lichinga 2010 – 2022. A Cidade de Lichinga tem sido caracterizada por uma variação climática, facilmente observada pelos níveis de precipitação e temperatura. Portanto, esta variação climática influencia directamente na reserva do recurso hídrico, ficando evidente a influência da temperatura e precipitação na qualidade e quantidade da água, uma vez que as variáveis se correlacionaram significativamente.

Neste âmbito, coloca-se a seguinte questão de partida: *Como é que o comportamento da temperatura e da precipitação impactam na redução dos níveis de acesso da água a população do planalto de Lichinga?*

O presente estudo justifica-se pelo facto de ser um assunto que actualmente é mundializado, levando as ONGs nacionais e internacionais ao debate e ao lançamento de vários projectos. Souza e Azevedo (2009), afirmam que as mudanças na temperatura e no nível pluviométrico têm um impacto directo e significativo nas actividades humanas, com repercussões ambientais, socioeconómicas e politicas.

Portanto o conhecimento do comportamento do clima local é fundamental para auxiliar no planeamento urbano e ambiental, a fim de minimizar os problemas da população. As evidências apontam para aumento da frequência e intensidade de fenómenos climáticos extremos, ainda que esse aumento possa ser parte de uma variabilidade natural do clima.

A água é um elemento indispensável à vida, sendo uma das principais substâncias ingeridas pelo ser humano, e a sua disponibilidade está associada a um melhor perfil epidemiológico (MISAU, 2007).

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS) e seus países membros, “todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições socioeconómicas têm o

direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura, neste contexto, refere-se a uma oferta de água que não represente um risco significativo à saúde, que tenha quantidade suficiente para atender a todas as necessidades domésticas, que seja disponível continuamente e que tenha um custo acessível (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2001).

A segurança na qualidade da água para consumo humano constitui uma preocupação das sociedades como forma de proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes de qualquer contaminação. Análise de qualidade da água é de extrema importância para sua utilização uma vez que concentrações anómalas de determinado elemento podem causar prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente (Rosa *et al*., 2008).

É importante observar que a questão da disponibilidade e abastecimento da água são assuntos meramente relacionados com o clima, ou seja, as variáveis climáticas de temperatura e precipitação podem influenciar na disponibilidade e abastecimento da água, dependendo dos níveis normais. Quanto mais os níveis da precipitação são altos com período suficiente de sua descarga, a disponibilidade dos recursos hídricos não são escassos.

De forma contrária da precipitação quanto mais os níveis da temperatura são mais altos em relação a precipitação, a disponibilidade da água se torna um grande desafio a comunidade e as instâncias que pautam pelo abastecimento da água. Em suma, a disponibilidade da água e abastecimento depende do comportamento normal dos elementos climáticos acima referenciados e em análise nesta pesquisa.

Segundo Pereira; Angelocci e Sentelhas (2002), a disponibilidade hídrica deve ser quantificada preferencialmente pelo balanço hídrico climatológico, no qual fica evidenciada a flutuação temporal de períodos com excedente e com deficiência. O balanço hídrico de uma região tende a se manter sem grandes alterações naturais, mas com o aumento populacional e o uso indiscriminado dos recursos hídricos, as acções antrópicas podem acabar interferindo no ciclo hidrológico por meio das taxas de precipitação pluvial, de infiltração de água no solo, da evapotranspiração e do escoamento superficial e profundo.

Portanto, a disponibilidade da água é variável, tanto no tempo bem como no espaço, e diante disso, existe grande preocupação com a escassez e excesso dos recursos hídricos, para o entendimento da disponibilidade hídrica é necessário compreender o ciclo hidrológico

dentro de uma bacia hidrográfica, por meio do estudo do comportamento da precipitação pluvial e do balanço hídrico.

A presente monografia apresenta como objectivo geral: Analisar os impactos do comportamento da temperatura e da precipitação no acesso à água no Planalto de Lichinga 2010-2022. Quanto aos específicos são, a) caracterizar a variação da temperatura e da precipitação no período de 2010-2022; b) relacionar o comportamento da temperatura e da precipitação e a escassez da água; e c) avançar com possíveis propostas que possam regular o comportamento da temperatura e da precipitação para garantir o acesso à água aos munícipes de Lichinga.

Para alcançar os objectivos definidos foram levantadas as seguintes questões de partida: 1- Como se caracteriza o comportamento da temperatura e precipitação na Cidade de Lichinga no período entre 2010-2022? 2- Como esse comportamento da temperatura e precipitação influencia no acesso a água aos munícipes da Cidade de Lichinga? 3- Que propostas podem ser avançadas com vista a assegurar o acesso a água aos munícipes da Cidade de Lichinga, com destaque para a época seca?

No que concerne à estrutura, a presente pesquisa apresentara 5 (cinco) capítulos: o primeiro capítulo é a introdução, segundo capítulo faz a caracterização do objecto estudo, o terceiro capítulo trás a revisão da literatura, quarto capítulo apresenta as metodologias, no quinto capítulo é feita a apresentação, análise e discussão dos resultados da pesquisa e por ultimo são apresentadas as conclusões, recomendações, referências bibliográficas, apêndices e anexos.

Capítulo II: Caracterização do objecto de estudo

Neste capítulo, faz-se a caracterização do objecto de estudo. Ou seja, apresenta-se a localização geográfica, descreve-se a temperatura, a precipitação, os recursos hídricos da Cidade de Lichinga entre outros elementos.

2.1. Localização geográfica

De acordo com PCMCL (2019), a área do Município de Lichinga compreende as áreas urbanas, periurbana e suburbanas, num raio de 15 km. O Município está situado no extremo Oeste da Província do Niassa cerca de 50km da margem Leste do Lago Niassa entre as coordenadas 13, 18º latitude Sul e 35,14º longitude Este, a uma altitude de 1.369m, com uma população global de 141.724 habitantes, distribuídos em 4 Postos Administrativos e estruturados em 15 bairros comunais. Em termos de limites a cidade de Lichinga é contornada totalmente pelo distrito de Lichinga, designadamente: a Norte pela localidade de Lussanhando, a Este pelos Postos Administrativos de Lione e Meponda, a Sul e a Este pelo Posto Administrativo de Chimbunila, vide a Figura 1 (Mapa da Cidade de Lichinga).

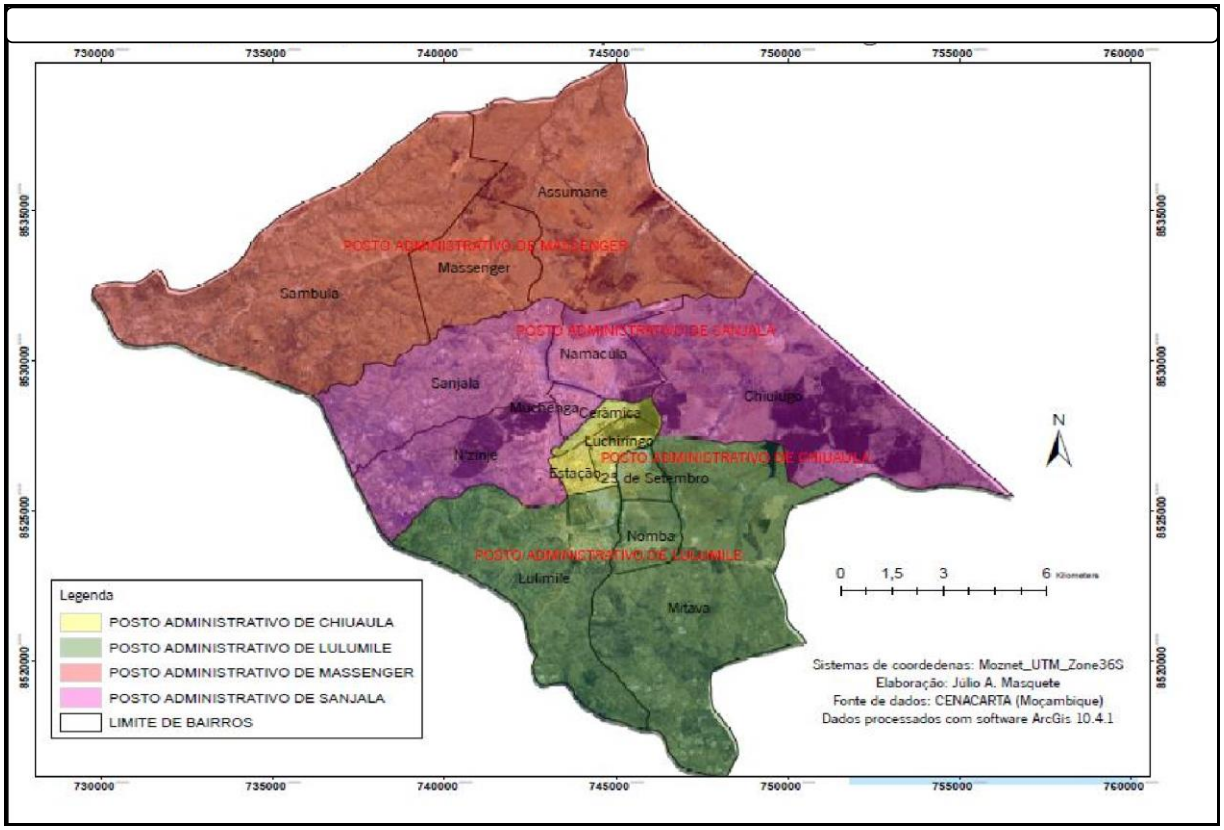


Figura 1: Mapa da Cidade de Lichinga

Fonte: Autora, 2024

2.2. Características físico-geográficas e socioeconómicas

2.2.1. Clima

O clima da Cidade de Lichinga é caracterizado por duas estações bem definidas ao longo do ano: uma estação chuvosa e uma estação seca. A estação chuvosa decorre de Outubro à Março e a estação seca de Abril à Setembro. Os meses de Abril e Outubro, contudo, podem ser vistos como transitórios, e podem alterar as suas características de meses secos (Abril) ou chuvosos (Outubro) de um ano para o outro. No período seco, a temperatura média na província vária de 15 a 25 graus centígrados e, na estação chuvosa, sobe para mais de 25 graus centígrados, raramente ultrapassando os 30 graus centígrados. O padrão de precipitação e a precipitação média anual na província do Niassa varia de 1000 a 1400 mm. (Plano Estratégico do Niassa 2022-2029).

2.2.2. Recursos hídricos

De acordo com o plano estratégico (2022), os principais recursos hídricos na Cidade de Lichinga são rio Luchiringo (que segue o curso de Oeste à Este), rio Namacula (faz curso de Norte à Este) e rio Nzinge (que percorre de Este à Oeste).

2.2.3. Geomorfologia

A geomorfologia de Niassa tem cinco estratos diferentes com variações de terreno e relevo. Nos vales dos principais rios, as altitudes variam de 200 a 400 m. A zona de subplanalto, a maior do território da província, tem altitudes entre 400 e 700m e um relevo ondulado suave. Em altitudes acima dos 700m, existem planaltos médios (planalto Metarica, Alto Lunho, e a primeira plataforma do Alto Niassa), onde o relevo é ondulado. Em altitudes que vão até 1300m, ocorrem pontos, como o planalto de Lichinga, e em alguns casos atinge 1500m (picos de montanha). (Plano Estratégico do Niassa 2022-2029).

2.2.4. Geologia e solos

O tipo de geologia que está espalhado pela Cidade de Lichinga, é classificado como complexo de cave pré-cambriano com rochas metamórficas de alta qualidade, tais como Gneiss, complexo Gneis-granite-migmatite. Os solos predominantes no Niassa são caracteristicamente do subsolo Pré-Cambriano, destacando-se solos vermelhos, diferenciados com base na textura média ou argilosa. Os solos do aglomerado são profundos e bem drenados, sendo a sua principal limitação o risco potencial de erosão.

Os solos vermelhos, por outro lado, ocorrem em topos e declives acentuadamente inclinados, associados a solos avermelhado-alaranjados, com variações de tonalidade. Em geral, os solos da Província de Niassa são férteis para a prática agrícola e produção florestal, que tem cerca de 12,3 milhões de hectares, representando 1/3 dos solos aráveis (Plano Estratégico do Niassa 2022-2029).

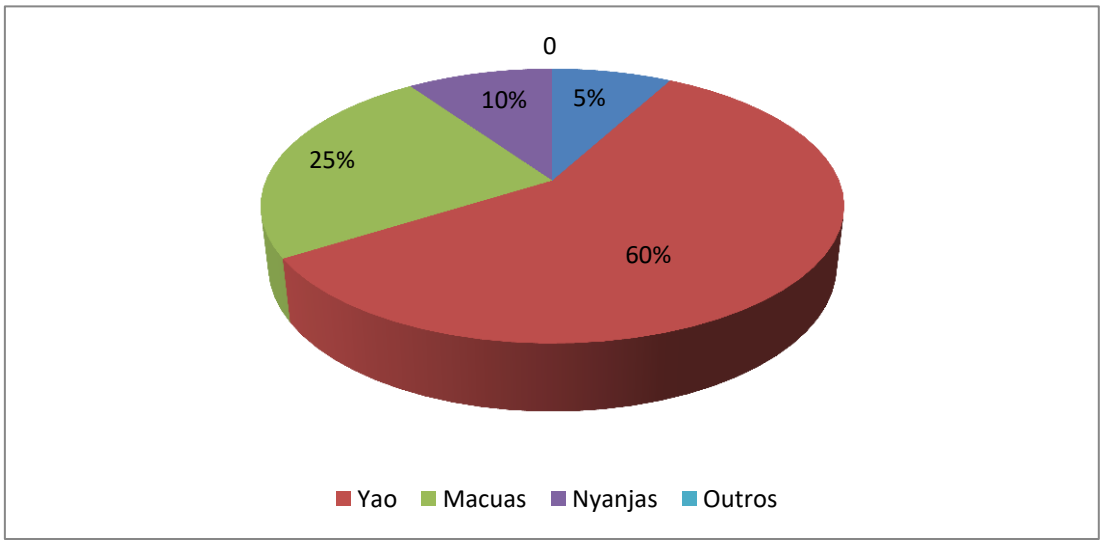
2.2.5. Estrutura económica

A estrutura económica da província é essencialmente agrícola, seguida da pesca e o comércio. A agricultura tem um peso na estrutura económica de cerca de 80%, constituindo a maior e principal fonte de emprego e de rendimento familiar. A agricultura é predominantemente para subsistência, com 47,1% da população activa envolvida nesta prática e com uma taxa de ocupação de 7,1% da área arável total, que é de 12 milhões de hectares. Em termos de agricultura, a província do Niassa tem 35 sistemas de irrigação, 26 dos quais estão operacionais, com capacidade para irrigar 1 223 hectares cada (Plano Estratégico do Niassa 2022-2029).

2.2.6. Grupos Etno-Culturais

A cidade de Lichinga é um palco de grandes diversidades étnico cultural, com predomínio de Ayaos (60%), Macuas (25%), Nyanjas (10%) e outros grupos 5 (10%), (gráfico 1) e professam as religiões muçulmanas, católica e anglicana.

Gráfico 1: Distribuição étnica da cidade de Lichinga



Fonte: Autora, 2024.

Capítulo III: Revisão da literatura

O presente capítulo apresenta aspectos relacionados ao tema, discutidos por vários autores e conciliados com algumas teorias de base e princípios inerentes ao tema em destaque.

3.1 Conceitos

3.1.1 Clima

De acordo Word Meteorological Organization (WMO, 2009) o clima reflecte as condições atmosféricas caracterizadas pela sequência habitual de estados representados pelos elementos meteorológicos (temperatura do ar, ventos, pressão atmosférica, humidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, dentre outros) em determinado local da superfície terrestre, e essas condições para serem consideradas clima, devem, manifestarem-se em ocorrências sucessivas e conservarem as mesmas características, por um tempo mínimo de 30 anos.

Enquanto isso, cada pesquisador apresenta a definição de clima com base a sua percepção e orientação do seu estudo sem fugir da ideia apresentada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Sant'Anna Neto (2000) e Conti, (2000) referem que clima é o resultado de complexas interacções entre elementos climáticos (temperatura, humidade, precipitação, evaporação, dentre outros) e processos físicos que envolvem a atmosfera, o oceano e as superfícies sólidas (vegetadas ou não).

Segundo Sorre (1951, p. 14), "O clima é o ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera sobre um lugar em sua sucessão habitual". O conceito Sorreano de clima considera os estados da atmosfera em sua totalidade e não o estado médio, englobando toda a série desses estados, o que significa que não deixa de lado os tipos excepcionais que as médias mascaram completamente.

3.1.2. Temperatura

A temperatura pode ser definida em termos de movimentos de moléculas, de modo que quanto mais rápido o deslocamento mais elevado será a temperatura. Mais comummente, ela é definida em termos relativos tomando-se por base o grau de calor que um corpo possui. A temperatura --é a condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância para outra (Ayoade, 1996, p. 50).

Para Grimm (1999, p.36) temperatura é uma medida da energia cinética média das moléculas ou átomos individuais. Grimm (1999, p.40) observa que a temperatura do ar é variável, no tempo e no espaço. Pode ser regulada por vários factores, que são os controladores da temperatura: radiação, advecção de massas de ar, aquecimento diferencial da superfície terrestre e da água, correntes oceânicas, altitude, posição geográfica.

Para Torres e Machado (2008, p.32) Dentro da Meteorologia, têm-se três modalidades principais de temperatura: do ar, da água e do solo. Este importante elemento do clima sofre influência de diversos factores, mas principalmente da altitude, latitude e dos efeitos da maritimidade e continentalidade.

3.1.3. Comportamento da temperatura

Segundo o Observatório do Clima (2022), no Resumo Comentado do Sexto Relatório do IPCC, desde 1970, a temperatura global subiu mais rápido do que em qualquer outro período de 50 anos nos últimos 2.000 anos. As temperaturas desde 2011 excedem as do período quente longo (6.500 anos atrás) e se igualam às do período quente anterior (125 mil anos atrás). Tais aumentos acarretam mudanças de maiores magnitudes quanto aos eventos extremos: cada 0,5ºC a mais de aquecimento trará mais ondas de calor, tempestades e secas. Em todos os cenários, o aquecimento global de 1,5ºC (limite estabelecido no Acordo de Paris) deve ser ultrapassado entre 2021 e 2040 e, ainda que estabilizado nessa taxa, eventos extremos sem precedentes no registo histórico deverão ocorrer (OC, 2022).

De acordo com Zolho (como citado em Machil,p.02), Moçambique possui o clima tropical e subtropical com uma variação da temperatura de cerca de 5°C entre os meses frios (Junho, Julho e Agosto) e os meses mais quentes (Dezembro Janeiro e Fevereiro. Geograficamente as temperaturas são mais altas ao longo da costa e na região Sul e mais baixas na zonas do interior e região Norte do pais. Moçambique regista o aumento da frequência do número de dias quente e a diminuição da frequência do número de dias e noites frias desde 1960, prevendo-se o aumento de secas, temperaturas altas e grande evaporação.

De acordo Machili (2020), há uma tendência de aumento da temperatura e diminuição dos níveis de precipitação, reduzindo da humidade do solo e aumento da estiagem, associado à redução dos meses da queda das chuvas na Província do Niassa e Cidade de Lichinga. A

temperatura média anual da Província de Niassa nos últimos 5 anos está acima dos 20^{o}C, comparando com os anos anteriores que rondava no intervalo de 19 a 20^{o}C em média

3.1.4. Precipitação

Precipitação é qualquer deposição em forma líquida ou sólida e derivada da atmosfera. As várias formas liquidam e congeladas de água, como a chuva, neve, granizo, orvalho, geada e nevoeiro. Contudo somente a chuva e a neve contribuem significativamente para com os totais da precipitação. (Ayoade, 1996, p.159)

De acordo com Peixoto (1973), a precipitação é a deposição da água no globo terrestre proveniente da atmosfera. Ela pode ocorrer em forma líquida (chuva) ou sólida (neve, granizo e saraiva).

Conforme Grimm (1999), Precipitação pluviométrica ou chuva é o processo pelo qual a água condensada na atmosfera e atinge gravitacionalmente a superfície terrestre. A variabilidade temporal e espacial das chuvas é importante na manutenção e conhecimento do clima local.

A precipitação é o resultado final, já em retorno ao solo, do vapor d'água que se condensou e se transformou em gotas de dimensões suficientes para quebrar a tensão de suporte e cair (Ometto, 1991 citado em Correia, 2011, p.38).

De acordo com Soares e Batista (2004), a precipitação é o resultado de um estado avançado de condensação. Ela ocorre quando a força gravitacional supera a força que mantém a humidade suspensa e esta atinge o solo sob a forma líquida (chuva ou chuvisco/garoa) ou sólida (granizo, saraiva e neve).

Para Torres e Machado (2008, p.53) a precipitação, como já dito, é o processo pelo qual a água condensada na atmosfera atinge a superfície terrestre, sob a forma líquida (chuva ou chuvisco) ou sólida (granizo, saraiva ou neve).

3.1.5. Comportamento da precipitação

A precipitação média anual para a maior parte do Norte do país vária de 1000 a 1400mm, chegando a atingir os 2200mm nas terras altas da Zambézia. A Norte desta área há

uma zona de precipitação mais baixa de 800 a 1000mm, havendo para Oeste do rio Chire uma descida nos valores da precipitação para 600-800mm (Cordeiro, 1987).

A precipitação diminui com o aumento da continentalidade na maior parte do vale do Zambeze. As províncias de Manica, Sofala e Tete registam valores de precipitação média anuais compreendidos entre 850 e 1300mm. A sul do rio Save, a estacão das chuvas é mais indefinida e irregular, podendo ocorrer longos períodos de seca no meio da estacão e que geralmente coincidem com os períodos críticos das chuvas. Os valores da precipitação média variam de 600 a 800mm, descendo para 400mm no interior da província de Gaza. A faixa costeira varia de 800 a 1000mm (Benessene, 2002). Os níveis de precipitação tendem a diminuir na última década, comparando com as décadas anteriores e a temperatura aumenta progressivamente.

> Os níveis de precipitação na Província de Niassa são irregulares em termos de médias da queda pluviométrica por ano desde 1980 a 2019, registando baixa pluviosidade em certos anos, principalmente em 1987, 1992, 1998, 2007 e 2016. A precipitação teve o seu pico em 2002, tendo atingido 1809 mm. Aliado às mudanças climáticas e consequente aumento da temperatura, desde 2002 até 2019, as quedas pluviométricas tendem a diminuir gradualmente. (Machili, 2020, p. 5).

3.1.6. Gestão Sustentável em Recursos Hídricos

A área de recursos hídricos exige que os gestores tomem decisões perante um sistema altamente complexo e incerto (Chong & Bach, 2017). Assim, os pesquisadores e formuladores de políticas públicas defendem a sustentabilidade como a melhor abordagem para solucionar problemas actuais e futuros relacionados com a água. Para esta abordagem, a integração entre a conservação do ecossistema e os aspectos sociais, económicos, institucionais e ambientais em um único sistema torna-se necessária (XIONG; WU; WU; LU, 2012).

A bacia hidrográfica é uma unidade natural ou sistema único que permite essa integração (Guidolini *et al*., 2018a; TUNDISI, 2008). Mensurar a sustentabilidade é um trabalho interdisciplinar e complexo (Guidolini *et al*., 2018a) e os indicadores são ferramentas poderosas para avaliar o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável (Pires *et al*., 2017). (citados em Guidolini, 2019, p. 58).

A questão hídrica é fundamental para o desenvolvimento social e económico de um país. Por isso, estudos de sustentabilidade hídrica são considerados urgentes (SUN *et al*., 2018), inclusive, é um dos objectivos do desenvolvimento sustentável (ODS6 – Objectivo que visa assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, até 2030) [grifo da autora]. (citado em Guidolini, 2019, p. 01).

O desenvolvimento de uma sociedade tem como base de sustentação os seus recursos naturais e estes são impactados pelo tipo e grau de desenvolvimento adoptado. Portanto existe uma forte interacção entre os meios económicos e físicos.

A degradação ambiental, uma das manifestações da crise actual, está caracterizada basicamente por dois aspectos: escassez de recursos naturais e saturação do meio como receptor dos sujeitos da actividade humana (poluição). Em escala global constata-se uma tendência a homogeneização da economia mundial, bem como dos padrões de produção, muito embora, factor político-institucional vem determinar o nível de escassez (absoluta ou relativa) dos recursos naturais.

De acordo com Leal (1998) dois factores contribuem fortemente para a degradação ambiental: o grande crescimento da população mundial nas últimas décadas e o modo de exploração predatória dos recursos naturais, numa crescente perda de eficiência dos processos produtivos.

Neste sentido há que se buscar um novo estilo de desenvolvimento, novas directrizes tecnológicas e novo desenho institucional que resultem numa menor degradação ao meio ambiente. Todavia é de se notar que a crise ambiental afecta de forma diferenciada os países desenvolvidos dos demais. Os primeiros a questão da poluição é mais relevante enquanto as questões da escassez de recursos naturais afectam mais as regiões menos desenvolvidas. A interacção entre meio socioeconómico e ambiental é mais perversa nas regiões menos desenvolvidas.

O termo “sustentável” segundo Leal (1998) pode supor um sistema totalmente auto-suficiente e sem rejeito, em total equilíbrio. Sabe-se, todavia, que não é possível um sistema totalmente sustentável, segundo a Lei de Conservação da Energia, a qual guarda analogia ao sistema ambiental. O que se deseja é o maior grau possível de sustentabilidade respeitando os

limites de auto regeneração da natureza. Segundo Sachs (1992) devem serem observadas cinco dimensões na sustentabilidade: económica, social, ecológica, espacial e cultural.

De acordo com o referido pesquisador a sustentabilidade económica defende o gerenciamento e uma alocação mais eficiente dos recursos, levando em conta critérios macrossociais e não somente microempresariais. A dimensão social requer uma nova visão de crescimento, tendo como meta a distribuição equitativa dos bens de modo a reduzir a desigualdade social. No que se refere a dimensão ecológica pressupõe que seja respeitado a capacidade de suporte e regeneração dos ecossistemas. A sustentabilidade espacial envolve uma política de gestão territorial que estimule uma distribuição mais balanceada da ocupação dos espaços urbanos e rurais. Em relação a sustentabilidade cultural busca-se a preservação da identidade cultura das comunidades, aproveitando o conhecimento e a sabedoria, no estabelecimento dos padrões de consumo.

A água é um recurso ambiental que desempenha quatro funções principais: (Erhard Cassegrain e Margat,1983): i) biológicas (água para necessidades básicas humanas e animais); ii) ecossistemas (meio ambiente para seres aquáticos); iii) técnica (usos onde a água é utilizada como insumo básico na industria e agricultura; iv) simbólica (usos associados a valores sociais e culturais).

A utilização múltipla da água determina a necessidade de se dispor de um modelo cuidadoso de gestão, embasado nos princípios gerais de gestão ambiental, porém incorporando essas particularidades da água. O objectivo da gestão dos recursos hídricos, sob o ponto de vista da melhoria da qualidade de vida, é aumentar a disponibilidade e a qualidade da água para atender as funções essenciais e reduzir a demanda no uso não essencial através da optimização dos processos de utilização.

Um adequado modelo de gestão dos recursos hídricos deve considerar a bacia hidrográfica como unidade de gestão territorial, pelas suas inter-relações de dependência entre os fenómenos físicos que nela ocorrem em toda a sua extensão. Uma abordagem mais completa seria considerar não somente os recursos hídricos mas os meio ambiente planeamento da forma acima exposta. Todavia dificuldades institucionais dificultam a sua adopção principalmente neste primeiro estágio de gestão.

De qualquer forma os modelos de gestão de recursos hídricos obedecem a princípios gerais de gestão ambiental e, considera algumas particularidades próprias da gestão deste recurso. Na gestão dos recursos hídricos, a palavra-chave é integração e articulação e se apoiam nos seguintes princípios básicos: abordagem integrada nos diferentes níveis; articulação entre as diferentes entidades intervenientes; gestão por bacias hidrográficas; reconhecimento da água como um bem económico; enfase na gestão da demanda; e supervisão e controle do sistema de gestão pelo poder público.

Capítulo IV: Metodologia

4.1. Quanto ao tipo de Pesquisa

Foi usada a pesquisa aplicada. De acordo com Zoila Rosa Vargas Cordeiro (2004) a pesquisa aplicada é uma maneira de conhecer as realidades com um teste científico. Sendo assim, esta pesquisa é aplicada porque buscou conhecer os impactos do comportamento da temperatura e da precipitação no acesso a água no Planalto de Lichinga no período que vai de 2010 à 2022.

4.2. Tipo de Abordagem

No que concerne a abordagem, foram qualitativa e quantitativa. Pois de acordo com Gil (1989), a abordagem qualitativa é apropriada para a colecta de percepções, acontecimentos e sensibilidades dos significados e características situacionais relacionadas com a temática em estudo. Para além disso, a abordagem qualitativa permite melhor análise, descrição e compressão dos fenómenos climáticos. A sua associação com abordagem quantitativa, justifica-se pelo facto de que serão traduzidos alguns dados colectados em números e percentagens.

4.3. Técnicas de colecta de Dados

Foram usadas as seguintes técnicas: pesquisa bibliográfica, observação directa, entrevista semi-estruturada e questionários, que passamos a desenvolver cada uma dessas técnicas:

4.3.1 Pesquisa bibliográfica

Com a pesquisa bibliográfica pretende-se realizar leituras aprofundadas em materiais já publicados sobre o comportamento da temperatura e precipitação no planeta terra em geral e no planalto de lichinga em particular, cingindo-se nos livros, artigos e dissertações.

> Segundo Vergara (2007, p. 61), ‘‘a pesquisa bibliográfica constitui um procedimento básico para os estudos monográficos, do qual se busca o domínio da arte sobre determinado tema’’.

4.3.1. Com a **Observação directa** a proponente pretende comprovar de perto aquilo que, atravez da visita aa fontes de abastecimento de agua a Cidade de Lichinga (rios, barragens, poços fontenarais entre outros).

Para (LAKATOS & MARCONI, 2001) ‘‘A observação é uma técnica de colecta de dados, para conseguir informações e utilizar sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade’’.

4.3.2. **Entrevista semi-estruturada**

Com a entrevista semi-estruturada, pretende-se recolher informações relacionadas com com o tema em estudo, pois segundo Richardson (1999) utiliza este tipo de entrevista quando se pretende alcançar o nível de aprofundamento que deseja nas informações obtidas começando pelas informações mais acessíveis (factos, comportamentos), até chegar a níveis mais psicológicos e profundos dos indivíduos’’.

4.4. Participantes do Estudo

4.4.1. Universo

O universo Populacional foi constituído pelos habitantes da Cidade de Lichinga, em particular aos Funcionários e Agentes do Estado (FAEs) afectos ao FIPAG e da Meteorologia ambos da Delegação Provincial de Niassa.

4.4.2. Amostra

A mostra foi composta por 20 (vinte) pessoas. Destes: 3 (três) Funcionários e Agentes do Estado (FAEs) afectos ao FIPAG, 3 (três) da Meteorologia e 14 (catorze) pessoas dos bairros da Cidade de Lichinga.

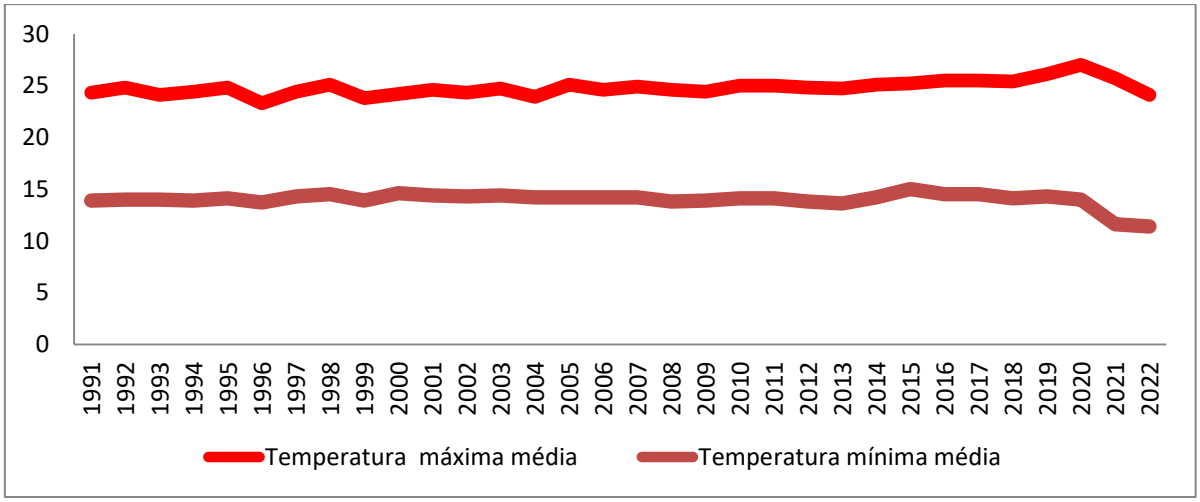
Capítulo - V: Apresentação, análise e discussão dos resultados

5.1. Análise da temperatura anual da Cidade de Lichinga no período de 2010-2022

Ao analisar o gráfico 2 e a tabela, é evidente a variação da temperatura máxima média. A temperatura média geral do período em referência para as máximas foi de 24,7ºC. O ano de 2020 registou o maior valor de temperatura máxima média **27,0ºC**. Os anos de 1998, 2005, 2010, 2011, 2014 a 2018 e 2021, as temperaturas máximas médias estiveram a rondar nos 25,2ºC, excepto no ano de 2019 a temperatura máxima foi de 26.1^{o}C. Estes anos apresentaram os maiores valores de temperatura máxima gerais do período. Os quais podem estar relacionados às actividades humanas que vinham sendo desenvolvidas.

O maior valor registado para o período foi no ano de 2020 com **27,0ºC**. Em contrapartida, o menor valor de temperatura máxima anual foi registado no ano de 1996 com 23,3ºC. A temperatura mínima média da época foi 13,9ºC. O gráfico 1, evidencia que os maiores valores em relação às mínimas do período foram registados nos anos de 1991 a 2020, onde os valores foram igual e superior a média registada do período em estudo. Os menores valores das médias mínimas registados no ano de 2021 foram 11,6ºC e 2022 foram 11,4ºC, respectivamente.

Gráfico 2: Temperatura Anual da Cidade de Lichinga



Fonte: INAM, adaptado pela autora, 2024.

Tabela 1: Manifestação da temperatura e precipitação na Cidade de Lichinga entre (2010- 2022)

Ano	Temperatura (°C)	Médias/ Década	Variância
1991	24.3	24.3	24.5°C
1992	24.8		
1993	24.1		
1994	24.4		
1995	24.8		
1996	23.3		
1997	24.4		
1998	25.1		
1999	23.8		
2000	24.2		
2001	24.6	24.6°C	
2002	24.3		
2003	24.7		
2004	23.9		
2005	25.1		
2006	24.6		
2007	24.9		
2008	24.6		
2009	24.4		
2010	25		
2011	25	25.5°C	25.3°C
2012	24.8		
2013	24.7		
2014	25.1		
2015	25.2		
2016	25.5		
2017	25.5		
2018	25.4		
2019	26.1		
2020	27		
2021	25.7	25°C	
2022	24.1		
Variância			0.8°C ≈ 1°C

Ano	Precipitação (mm)	Médias/ Década	Variância
1991	1092.9	965.5	1072.5
1992	869.7		
1993	1184.6		
1994	697.9		
1995	800.5		
1996	975		
1997	1160.4		
1998	742.2		
1999	1020.7		
2000	1110.8		
2001	1042.2	1179.5	
2002	1438.2		
2003	1421.3		
2004	1136.3		
2005	1105.3		
2006	1276.5		
2007	1140.1		
2008	1173.2		
2009	1106.5		
2010	955.3		
2011	1028.7	1121.1	1049.6
2012	1156.8		
2013	1156.3		
2014	1097.5		
2015	1122.9		
2016	919.8		
2017	1265		
2018	1296.6		
2019	1457.5		
2020	709.6		
2021	1075.5	978.1	
2022	880.7		
Variância			22.9 ≈ 23 mm

Fonte: INAM (2024)

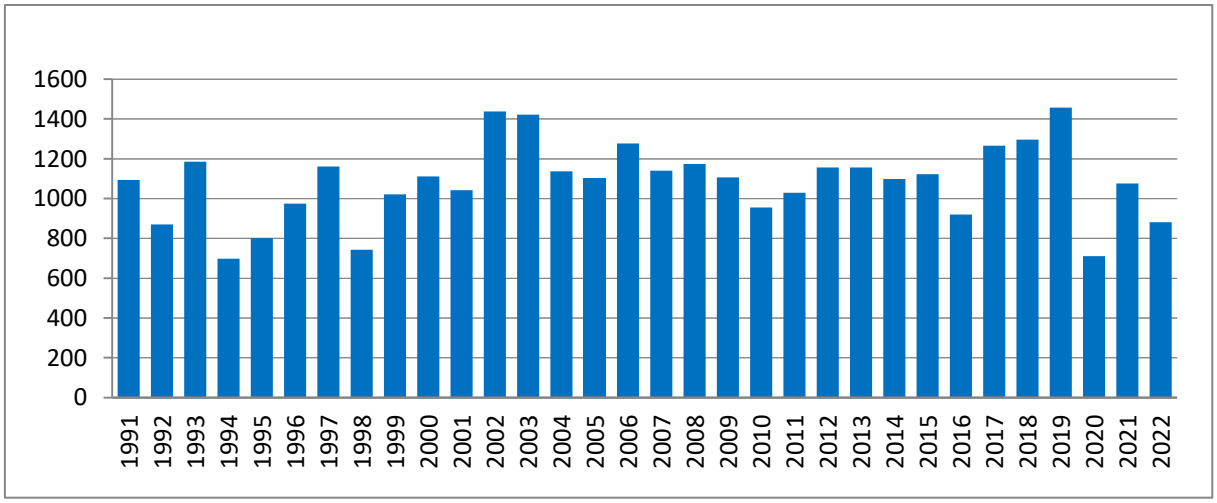
5.2. Análise da precipitação anual da Cidade de Lichinga

Analisando o gráfico das médias de precipitação do período estudado que é de 1081.7mm e as anuais de 2010 à 2022, observa-se que o maior índice de precipitação pluviométrica ocorreu no ano de 2019, com 1457,5mm. Importa destacar que os anos de 2012 a 2015, 2017 a 2019, apresentaram precipitação acima da média do período estudado.

O menor índice de precipitação média anual foi observado no ano de 1994, com o valor 697,9mm. Ainda cabe destacar que nos anos de 2011, 2016, 2020, 2021 e 2022, os índices de precipitação foram abaixo da média.

Portanto, observando os últimos 12 anos, período entre 2010 a 2022, a precipitação apresentou variabilidade considerável porque os seus valores oscilavam de 697,9 a 1457,5 milímetros anuais, este último registado em 2019, apesar de que em 1994 o valor anual da precipitação foi inferior pela tendência de redução da queda pluviométrica.

Gráfico 3: Precipitação pluviométrica de 1991-2022



Fonte: INAM, adaptado pela autora, 2024.

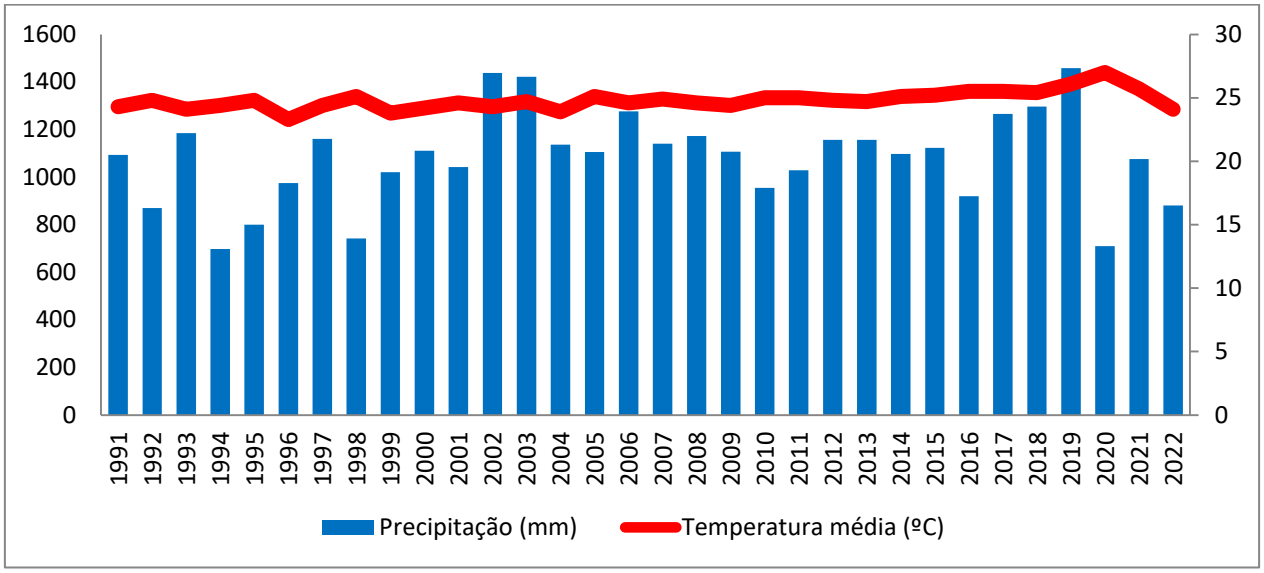
5.3. Análise de fluxo termo pluviométrico da Cidade de Lichinga do período de 2010-2022

Analisando o gráfico, é evidente a relação dos dados abaixo apresentados, no geral, 2019 foi o ano que registou o elevado índice de precipitação de 1457,5 milímetros anuais diante da época em estudo e a temperatura anual foi de 26.1^{o}C. Em 1994 foi registado menor índice de precipitação com 697,9mm, enquanto a temperatura anual foi de 24,4^{o}C.

Analisando o gráfico 3, é possível observar que o ano de 2020 registou o maior valor de temperatura máxima média 27,0ºC**,** e no mesmo ano a precipitação foi muito menor que corresponde a 709.6 mm.

Observando o gráfico é notável que em alguns casos, a temperatura tende a ser mais elevada e a precipitação apresentando-se baixa, e nos outros casos os valores de temperatura são similares mas a precipitação tende a ser muito variável, enquanto nos outros eventos a temperatura é baixa, comparando com os valores da precipitação que se mostram serem muito elevados. Importa salientar que as actividades humanas e naturais também influenciam neste processo de oscilação da temperatura e da precipitação.

Gráfico 4: Índices Termopluviométricos da Cidade de Lichinga no período de 2010-2022



Fonte: INAM, adaptado pela autora, 2024.

5.4 Apresentação e discussão dos resultados da Entrevista dirigida aos Técnicos do INAM, CMCL e FIPAG

5.4.1 Relação da temperatura e precipitação e as fontes de água

Quando entrevistados sobre a relação da temperatura e precipitação e as fontes de água, os técnicos do conselho municipal tiveram as respostas diferentes. Ora vejamos: **(T-CMCL)** disse que o acesso a água depende da temperatura e precipitação, quando a precipitação for maior, será um ano de muita água tanto aos rios, lagos furos de água, poços. Na mesma questão, os (T-INAM,T-FIPAG) observaram que a temperatura é directamente proporcional a evaporação da água no manancial, isto é, quando se registam altas

temperaturas na região aliadas há fraca precipitação, a quantidade da água na albufeira poderá reduzir significativamente, influenciando negativamente a distribuição e o acesso a água potável aos consumidores e, dependendo da sua criticidade, pode culminar com a paralisação.

Nesta perspectiva é importante salientar que a relação da temperatura com os recursos hídricos é directa. A água é a principal preocupação quando o assunto é impacto das mudanças climáticas para a sociedade, sobretudo no contexto da estiagem e/ou seca, em que o abastecimento da agua para a população é comprometido, devido a redução das vazões dos mananciais.

O aumento de temperatura pode causar mudanças na quantidade e qualidade das águas subterrâneas, recurso natural que é mais extraído para diversos usos. E também a alteração dos padrões de precipitação impacta os recursos hídricos.

Tabela 2: Índices Termopluviométricos da Cidade de Lichinga no período de 2010-2022

Questão	**Resposta**	
	Técnicos (T)	
1. Qual é a influência da variação da temperatura e precipitação no acesso a água?	T- INAM	A variação da temperatura e precipitação ocorrem no ponto de vista geográfico, como no sazonal. Isto é, quanto mais se distanciamos da costa em altitude, elevadas há acesso de água, isto associado a variação da temperatura.
	T-CMCL	O acesso a água depende da temperatura e precipitação, quando a precipitação for maior será um ano de muita água tanto aos rios, lagos furos de água, poços.
	T-FIPAG	A captação da água para distribuição na cidade de Lichinga é feita através do manancial superficial, dependendo apenas da precipitação para a sua recarga. A temperatura é directamente proporcional a evaporação da água no manancial, isto é, quando se registam altas temperaturas na região aliadas há fraca precipitação, a quantidade da água na albufeira poderá reduzir significativamente influenciando negativamente a distribuição e o acesso a água potável aos consumidores, dependendo da sua criticidade, pode culminar com a paralisação.

Fonte: Autora, 2024

5.4.2 Propostas de sustentabilidade dos recursos hídricos e o acesso a água aos munícipes da Cidade de Lichinga

Neste eixo analítico o foco está nas perspectivas distintas dos entrevistados técnicos das diferentes instituições sobre as propostas de sustentabilidade dos recursos hídricos, com vista a assegurar o acesso a água aos munícipes da Cidade de Lichinga, com destaque para época seca**.**

Unanimemente, os técnicos em suas entrevistas, apresentaram dois aspectos importantes que de certa forma, são cruciais para garantir o acesso a água aos munícipes, tendo destacado: i) Gestão racional das fontes existentes e ii) Redução no máximo possível das perdas de água no sistema.

Para o técnico do INAM, a solução passa necessariamente pela busca de novas tecnologias para abastecimento de água; buscar novas opções tecnológicas e fortalecer as instituições para trabalharem em conjunto.

Os entrevistados do CMCL e FIPAG indicam aspectos como perfuração de poços, construção de reservatórios e interligação de bacias, gestão racional da fonte existe, evitar perdas de água no sistema e explorar novas fontes, como estratégias para garantir o acesso a água a população (tabela 4).

Tabela 3: Propostas de sustentabilidade dos recursos hídricos e o acesso a água aos munícipes da Cidade de Lichinga

Questão	**Resposta**	
	Técnicos (T)	
1. Quais são as propostas/acções de sustentabilidade dos recursos hídricos, com vista a assegurar o acesso a água aos munícipes da cidade de Lichinga, com destaque a época seca?	T- INAM	As propostas são: consumo regular da água por parte dos munícipes, isto é, não desperdiçar o precioso líquido, plantio de árvores que não consomem muita água, não construir habitações nas margens do rio, pântanos e lagos de modo a permitir a sua retenção ou armazenamento.
	T-CMCL	Gestão racional das fontes existentes, reduzir o máximo possível perdas de água no sistema, reduzir as horas de distribuição e pesquisar novas fontes para assegurar a continuidade do abastecimento.
	T-FIPAG	As propostas para assegurar o acesso a água aos munícipes da cidade de Lichinga, destacando a época seca são: Gerir racionalmente a fonte existe, evitar perdas de água no sistema e explorar novas fontes, como é o caso das águas subterrâneas.

Fonte: Autora, 2024.

5.3 Os impactos do comportamento da temperatura e precipitação no acesso a água

As mudanças de temperatura e balanço de radiação na atmosfera interferem directamente no ciclo hidrológico (PBMC, 2014b). Essas modificações nos regimes das chuvas poderão influenciar a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis para o abastecimento das cidades (Volschan Junior, 2011).

Por isso, Pitre (2005); Earman *et al*., (2006); Rosenzweig *et al*., (2011b), observam que as secas reduzem o fluxo de água nos rios e a recarga dos aquíferos, comprometendo a capacidade de armazenamento dos reservatórios superficiais e subterrâneos.

Em contrapartida, a intensificação no volume de chuvas e sua concentração em curtos espaços de tempo pode gerar aumentos súbitos de vazão, e, consequentemente, o transporte de sedimentos, enchentes, assoreamento de corpos hídricos e a redução da qualidade da água. Elevadas quantidades de chuva por períodos contínuos ou após meses de estiagem também aumentam o escoamento superficial sobre os solos que apresentam permeabilidade já reduzida tanto por eventos extremos como pelas intervenções humanas. Isso pode resultar na saturação da infiltração de água, gerando ineficiência na recarga dos aquíferos subterrâneos / lençóis freáticos (Volschan Junior, 2011).

O IPCC aponta que as mudanças climáticas poderão reduzir a qualidade da água devido a interações entre altas temperaturas e variações de precipitação (médio nível de evidências e alta concordância) (IPCC, 2014b). O impacto poderá ocorrer pela redução da diluição dos poluentes provenientes do esgoto durante os períodos de estiagem ou elevação da turbidez e contaminação fecal da água, em decorrência do aumento de sedimentos e detritos arrastados por chuvas mais pesadas.

Por exemplo, as grandes cidades se caracterizam pela geração de calor e cobertura de seu solo por construções, o que diminui a percolação de água de chuva e aumenta o fluxo ascendente de ventos, tornando-as mais vulneráveis aos efeitos de aquecimento e enchentes (Campbell-Lendrum *et al*., 2007).

Portanto, além de causar o aumento global de temperatura, os processos das mudanças climáticas atrelados às alterações de uso da terra podem aumentar a amplitude de variações de temperatura e precipitação (Barcellos *et al*., 2009). Ao afectar a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos (Santos et al., 2010), a oferta e a demanda (Cunha *et al*., 2002), também

são impactadas, pois modificações no elemento climático (precipitação) alteram a distribuição temporal dos recursos hídricos, o que pode levar ao aumento na procura por este recurso em algumas áreas (conflitos) e disponibilidade além da demanda em outras.

O Quinto Relatório Científico do IPCC (AR5) (IPCC, 2013) indicava um provável aumento da temperatura e precipitação no planeta no século 21. As previsões nas variações não são uniformes: enquanto algumas regiões experimentarão um aumento significativo nos níveis de precipitações, outras deverão sofrer com o declínio em relação aos níveis históricos (Schardong *et al*., 2014).

A variação do regime de precipitação (com comportamento distinto) em diversas regiões tem sido associada ao incremento na temperatura média do planeta reportado em estudos (Wilcox *et al*., 2007; Allan *et al*., 2008, Solaiman *et al*., 2011). Segundo relatórios do IPCC (2007; 2014), em regiões de maiores latitudes, a previsão é de aumento significativo dos níveis de precipitação em relação aos valores históricos. As regiões próximas aos trópicos, áridas e semiáridas, muito possivelmente notarão incremento menor ou até redução dos níveis de precipitação (IPCC, 2007; IPCC, 2014).

De maneira geral, um clima global mais aquecido, como o vivenciado nos últimos anos, implica em aceleração do ciclo hidrológico (Trenberth, 1999; Karl *et al*., 2003). Todavia, o padrão espacial dos extremos de chuva não é uniformemente distribuído como os de temperatura do ar. O AR4 (IPCC, 2007) apresenta que os avanços divulgados desde o relatório anterior mostraram que as influências humanas discerníveis se estendem além do aumento na temperatura média global, ou seja, para outros aspectos do clima, o que inclui extremos de temperatura e padrões de vento. Actividades locais e regionais de queima de biomassa e de modificação de uso do solo influenciaram as mudanças no comportamento de eventos extremos pela alteração no ciclo hidrológico e balanço de energia e, consequentemente, as circulações atmosféricas associadas (Silva *et al*, 2021).

Usualmente, os desastres associados aos recursos hídricos estão associados ao excesso de água (inundações graduais e bruscas, rompimento de barragens) ou à sua escassez (estiagem, seca, dificuldades no abastecimento de água potável, impactos na agricultura) (Londe *et al.*, 2014). Vale ressaltar que esses são causados por extremos e não estão relacionados às médias (Ogura, 2013).

Outros impactos nos recursos hídricos, directos ou indirectos, associadas as mudanças climáticas são: “redução da biodiversidade, por meio da extinção de várias espécies menos tolerantes ao calor; redução da cobertura vegetal, com maior exposição do solo; redução da estabilidade dos agregados do solo devido à diminuição do teor de matéria orgânica e de outros agentes de agregação do solo, tornando seus agregados menos estáveis; redução da taxa de infiltração de água no solo devido a três causas básicas: a) menor volume de água disponível; b) maior taxa de evaporação e c) redução da permeabilidade do solo devido à maior instabilidade de seus agregados; redução do volume de água dos rios, como consequência natural do menor volume disponibilizado pelas chuvas” (Gomes,2008).

De acordo com Camargo (1971), para saber se uma região apresenta deficiência ou excesso de água durante um ano, é indispensável comparar dois elementos opostos do balanço hídrico: a precipitação pluvial que fornece água ao solo e a evapotranspiração das culturas que a consome.

Segundo Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002), a disponibilidade hídrica deve ser quantificada preferencialmente pelo balanço hídrico climatológico, no qual fica evidenciada a flutuação temporal de períodos com excedente e com deficiência. O balanço hídrico de uma região tende a se manter sem grandes alterações naturais, mas com o aumento populacional e o uso indiscriminado dos recursos hídricos, as acções antrópicas podem acabar interferindo no ciclo hidrológico por meio das taxas de precipitação pluvial, de infiltração de água no solo, da evapotranspiração e do escoamento superficial e profundo.

Todavia, os estudos de variação do clima local, principalmente sobre a temperatura, a precipitação e a humidade relativa, são essenciais para se compreender os impactos que estas variações podem trazer para a população como um todo. Por isso, tem-se considerado que variações significativas em escala ou no âmbito local poderão causar impactos socioeconómicos e na proliferação de vectores de doenças.

Ainda na mesma temática, pesquisas realizadas em várias partes do mundo, correlacionaram a variabilidade climática com a incidência no acesso a água através da influência que os padrões de chuva, temperatura e humidade exerciam nos níveis de excesso e escassez de água (Bhattacharya *et al*., 2006; Briët *et al*., 2008; Hashizume; Terão; Minakawa, 2009). Por isso, para o caso de estudo de acesso a água quer sejam em escalas (mundial, nacional, local), a análise da variação do clima torna-se fundamental.

5.4 Acções de regulação da temperatura e precipitação e sustentabilidade dos recursos hídricos

Farias e Nóbrega (2010) assegura que o clima, o uso do solo e as características pluviométricas são os processos chave, que regulam os processos hidrológicos das bacias hidrográficas, como a vazão, durante os eventos de precipitação. Os estudos de mapeamento do uso e ocupação do solo exercem também influência marcante sobre os recursos hídricos, uma vez que, representam importante instrumento para o planeamento e administração da ocupação do meio físico, possibilitando a avaliação e o monitoramento do mesmo, a fim de garantir a conservação de seus recursos naturais.

A capacidade de lidar e se adaptar à mudança do clima dependerá da gravidade e natureza do impacto em cada região e vai variar entre populações, sectores económicos e localidades. Ninguém será poupado: nenhuma pessoa, povo ou nação. Portanto, os indivíduos, as organizações e os governos terão que identificar as melhores soluções se quiserem ter êxito em seu enfrentamento e na adaptação (ECA, 2009).

A adaptação é requerida em todas as esferas da administração pública, mas seus principais benefícios são locais – uma diferença fundamental em comparação à mitigação, cujos resultados são sentidos em todo o planeta.

Enquanto os patamares mais altos do governo podem e devem fornecer financiamento e apoio à adaptação, a administração local, regional e estadual tem a responsabilidade de planeá-la e implementá-la de modo proactivo, ajustando suas estratégias ao contexto específico em que se encontram (ACT, 2013). O poder público municipal está mais próximo da população e, em parceria com organizações não-governamentais, sector privado, academia e sociedade, responde pelo planeamento e estabelecimento de acções de adaptação.

Podem ser também avançadas medidas ‘físicas’ e de política. Algumas medidas são capital-intensivas e envolvem obras e construções, principalmente as relacionadas à melhoria da infra-estrutura, como a edificação de diques e barragens, o aperfeiçoamento das redes de drenagem e sistemas de irrigação, entre outras. No entanto, muitas medidas são “apenas” político-institucionais e envolvem incentivos a cidadãos e agentes económicos para adoptar determinado comportamento. Nisso se incluem zoneamento urbano e do uso do solo, fortalecimento dos direitos de propriedade, alterações nos códigos de 28 construção civil,

capacitação, treinamento e campanhas de informação, cobrança por serviços de água e energia etc. (Furlong & Bakker, 2010 citado em Pozza,2019).

Outrossim, é a adaptação baseada em ecossistemas, bacia hidrográfica e em comunidade. Este tipo de adaptação baseada em ecossistemas adopta uma abordagem de gestão de ecossistemas e gestão ambiental (BANCO MUNDIAL, 2010; EEA, 2010).

Um caso particular é a gestão/adaptação por bacia hidrográfica, que é a unidade de análise. Isso pode fazer mais sentido do ponto de vista ecológico e físico, mas esbarra na dificuldade político-administrativa da gestão por ecossistemas ou bacias hidrográficas. A adaptação baseada em comunidade tem o foco mais voltado para a redução das vulnerabilidades e o aumento da capacidade adaptativa, especialmente em locais sujeitos a riscos maiores (CARE, 2016).

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. Conclusão

Conclui-se que ha variação da temperatura no planalto de Lichinga. No período em estudo (2010 a 2022), a temperatura média geral foi de 24,7ºC. O maior valor registado para o período foi a do ano de 2020 com 27,0ºC. Em contrapartida, o menor valor de temperatura anual foi registado no ano de 2010 com 23,3ºC.

Em relação a precipitação no período de 2010 a 2022, observando os últimos 12 anos, constatou-se haver tal como a temperatura uma variabilidade de queda de chuvas com valores a oscilarem de 697,9 a 1,457,5 milímetros anuais.

O estudo mostra que o município de Lichinga apresenta variações na temperatura do ar, precipitação que impactam directamente na escassez da água, ficando evidente a inegável influência de sua localização geográfica à atuação dos sistemas atmosféricos em escala sinóptica e mudanças climáticas.

Os resultados obtidos nessa pesquisa mostram que a temperatura e precipitação são principais agentes influenciadores da quantidade da água, uma vez que as variáveis se correlacionaram significativamente.

É importante salientar que a relação da temperatura com os recursos hídricos é directa. A água é a principal preocupação quando o assunto é impacto das mudanças climáticas para a sociedade, sobretudo no contexto da estiagem e/ou seca, em que o abastecimento da água para a população é comprometido. O aumento de temperatura pode causar mudanças na quantidade e qualidade das águas subterrâneas e também a alteração dos padrões de precipitação impacta os recursos hídricos.

Pelos resultados obtidos nessa pesquisa, é possível verificar que as propostas de sustentabilidade dos recursos hídricos, com vista a assegurar o acesso a água aos munícipes da Cidade de Lichinga, com destaque para época seca passa pela gestão racional das fontes existentes; redução no máximo possível das perdas de água no sistema e repovoamento florestal.

6.2. Recomendações

Para o INAM é essencial entrar em contacto com CMCL e FIPAG, fazer chegar as informações relativas as previsões do tempo atmosférico sobre temperatura e precipitação e anos de seca, fazendo com que os técnicos saibam comunicar a comunidade face as previsões de tempo, visto que a temperatura, precipitação influencia as fontes de acesso a água

Aos académicos e universidade recomenda-se que criem grupos de consciencialização da população em relação ao uso adequado dos recursos hídricos.

A comunidade, que faça uma gestão racional das fontes existentes, reduzir o máximo possível perdas de água no sistema, reduzir as horas de distribuição e pesquisar novas fontes para assegurar a continuidade do abastecimento.

Referências bibliográficas

Adapting to Climate Change in Time (ACT), 2013. "*Planning for Adaptation to Climate Change: Guidelines for Municipalities*". LIFE program on Environmental Policy and Governance, European Commission. http://www.actlife.eu/medias/306-guidelinesversionefinale20.pd.

Ayoade, J. O. (1983). *Introdução à climatologia para os trópicos*. Bertrand Brasil. RJ. Pág. 224 a 254.

Banco Mundial (2010). *Guide to Climate Change Adaptation in Cities*. Washington, D.C.

Cordeiro, A. M. R. (1987). *O Clima de Moçambique.* Coimbra, Portugal.

ECA (2009). "*Shaping Climate-Resilient Development*: a Framework for Decision-making". ClimateWorks Foundation, Global Environment Facility, European Commission, McKinsey & Company, The Rockefeller Foundation, Standard Chartered Bank and Swiss Re. 164 pp. http://media.swissre.com/documents/rethinking_shaping_climate_resilent_development_en.pdf.

Gomes, M. A. F. (2008). *O Aquífero Guarani no Contexto Das Mudanças Climáticas Globais*.

Grimm, A. M. (1999) *Material básico de estudo para os alunos da Disciplina Meteorologia Básica da Universidade Federal do Paraná*.

Guidolini. J, F. (2019). *Sustentabilidade dos recursos hídricos da bacia do rio grande: uma abordagem a partir do barômetro da sustentabilidade e a entropia*. INPE São José dos Campos.

IPCC (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.

IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*

Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

IPCC (2014ª) Climate Change 2014: *Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects.* Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 p.

IPCC (2014b) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 688.

Leal, M. S. (1998). Gestão Ambiental dos Recursos Hídricos: Princípios e Aplicações.

Machili, B. J. (2020). *As mudanças climáticas na Província do Niassa e seu impacto para a agricultura.* Holos. 36 (7), 1-15.

PBMC (2014b). *Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas* [Assad, E.D., Magalhães, A. R. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 414 pp.

PEN - Plano Estratégico do Niassa 2018 – 2029.

Pereira, Dilma Seti Pena (2003). *Governabilidade dos Recursos Hídricos no Brasil*: A *implementação dos Instrumentos de Gestão na Bacia do Rio Paraíba do Sul*, Brasília, DF, ANA.

Pozza, C. B. (2019). *Sustentabilidade na gestão de recursos hídricos: cenário nacional de sistema de abastecimento*. Dissertação de Engenharia de Produção e Sistemas – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

Rosenzweig, C. *et al*. (2011). *Urban Climate Change in Context. Climate Change and Cities*: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network, C. Rosenzweig, W. D. Solecki, S. A. Hammer, S. Mehrotra, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 3–11.

Sachs. I. (1993). *Estratégia de transição para o século XXI. Desenvolvimento e Meio Ambiente*. São Paulo: Studio Nobel/FUNDAP.

Sant'Anna Neto, J.L. (2005). Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro. In: **Revista Brasileira de Climatologia,** V.1, Nº1. Dezembro de.

Santos, A. R. (2005). *Apostila de Climatologia*. UFES.

Sorre, M. (1951). *Le Climat. In: Les Fondements de la Géographie Humaine*. Paris: Armand Colin,. Chap. 5, p.13-43.

Torres, F.T.P. e Machado, P.J.O. (2008). *Introdução à Climatologia* – Ubá: Ed. Geographica,– (Série Textos Básicos de Geografia) 234p.

WMO. WORLD METEOROLOGY ORGANIZATION (2009). Climate System. Understanding Climate. Disponível em:<www.wmo.int/pages/themes/climate/understanding_climate .

APÊNDICES

Universidade Politécnica

A POLITÉCNICA

Instituto Superior Aberto (ISA)

Curso de Licenciatura em Ensino de História e Geografia

1. Como caracteriza o comportamento da temperatura na Cidade de Lichinga no período entre 2010-2022?

2. Como caracteriza o comportamento da precipitação na Cidade de Lichinga no período entre 2010-2022?

3. Qual é a fonte de acesso a água na época seca;

4. Qual é o impacto do comportamento da temperatura e da precipitação para o acesso de água na Cidade de Lichinga no período entre 2010-2022?

5. Quais são as propostas/acções de sustentabilidade dos recursos hídricos, com vista a assegurar o acesso a água aos munícipes da cidade de Lichinga, com destaque a época seca?