

# **AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM ANGOLA NO CONTEXTO DA GEOGRAFIA FÍSICA: ANÁLISE COMPARATIVA DO ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO ATMOSFÉRICA DA CIDADE DO HUAMBO NOS ANOS BISSEXTOS E NÃO BISSEXTOS (2018-2024)**

**CLIMATE CHANGE IN ANGOLA IN THE CONTEXT OF PHYSICAL GEOGRAPHY: COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ATMOSPHERIC PRECIPITATION INDEX OF THE CITY OF HUAMBO IN BISSEXTILE AND NON-BISSEXTILE YEARS (2018-2024)**

**EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ANGOLA EN EL CONTEXTO DE LA GEOGRAFÍA FÍSICA: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ATMOSFÉRICA DE LA CIUDAD DE HUAMBO EN AÑOS BISSEXTILES Y NO BISSEXTILES (2018-2024)**

**LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ANGOLA DANS LE CONTEXTE DE LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE: ANALYSE COMPARATIVE DE L'INDICE DE PRÉCIPITATIONS ATMOSPHÉRIQUES DE LA VILLE DE HUAMBO EN ANNÉES BISSEXTILES ET NON BISSEXTILES (2018-2024)**

Eugénio Calei Lucamba<sup>1</sup>

Domingos Fortunato Pascoal Félix da Silva<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> ISCED-Huambo – Angola, CECS – Universidade do Minho – Portugal, Fundação para Ciência e a Tecnologia de Portugal (FCT). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1951-9024> - Ciencia ID: E31E-6C24-9392. E-mail: [lucambacalei@gmail.com](mailto:lucambacalei@gmail.com).

<sup>2</sup> ISCED-Huambo – Angola. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6957-6700>. E-mail: [dfortunatodasilva@gmail.com](mailto:dfortunatodasilva@gmail.com).

## Introdução

O aquecimento global, provocada pela emissão de gases de efeito-estufa é um dos maiores paradigmas científicos da atualidade. Nos países industrializados o debate em torno da questão e as suas possíveis conseqüências é intenso. Infelizmente o debate tem sido caracterizado por uma forte carga ideológica. Simplificando, ocorre uma bipolarização em suas fronteiras antagônicas. Os da esquerda consideram que o possível efeito estufa é, sem dúvida, causado pela atividade industrial, fornecendo a estes uma ferramenta no combate ao capitalismo e globalização. Baseado nisto, estes exigem restrições às emissões de gases de efeito estufa (dióxido de carbono, metano, CFC, etc.) e, conseqüentemente, restrições às atividades industriais. Porém, este ponto de vista é também defendido pelos ONGs, Painel Inter-Governamental de Mudança Climática (IPCC) e a maioria dos governos. Por sua vez, a direita ignora o problema e defende o direito de continuar com as atividades industriais e suas emissões, de acordo com os seus próprios interesses e a mentalidade *laissez-faire*. O governo dos EUA está na frente deste linha, juntamente com a indústria de produção de combustíveis fósseis, que querem garantir a obtenção e consumo de energia barata a qualquer meio e custo, até militarmente (Klare, 2001; Eerola, 2003), globalizando também os problemas ambientais. Apesar desta bipolarização, deve se manter “os pés no chão e a cabeça nas nuvens”.

A Terra sempre passou por ciclos naturais de aquecimento e resfriamento, da mesma forma que períodos de intensa atividade geológica lançaram à superfície quantidades colossais de gases que formaram de tempos em tempos uma espécie de bolha gasosa sobre o planeta, criando um efeito estufa natural. Ocorre que, atualmente, a atividade industrial está afetando o clima terrestre na sua variação natural, o que sugere que a atividade humana é um fator determinante no aquecimento.

Esta investigação trata da questão das mudanças climáticas em Angola no contexto da Geografia Física, analisando os índices de precipitações da cidade do Huambo nos anos bissextos e não bissextos (2018-2024). Tenta-se contribuir ao debate ao trazer à discussão alguns elementos que freqüentemente estão sendo esquecidos, como a perspectiva do tempo natural e mudanças globais do passado. Discute-se também as incertezas científicas relacionadas à questão. O capítulo, apresenta uma introdução, referencial teórico sobre as mudanças climáticas, procedimentos metodológicos, discussão dos resultados e considerações finais.

## Referencial teórico sobre as mudanças climáticas e anos bissextos

### O clima terrestre: variação e mudança

Inicialmente é preciso entender o que são efeito estufa, aquecimento global e mudanças climáticas. Essas três expressões não são sinônimas, nem são intercambiáveis.

Efeito estufa se refere ao aumento da concentração de determinados gases na atmosfera – os chamados gases de efeito estufa (GEEs). Altas concentrações de GEEs fazem com que a temperatura global se eleve, mas também podem ter outros efeitos complexos, dependendo dos gases envolvidos. Os clorofluorcarbonos (CFCs), por exemplo, têm grande capacidade de gerar efeito estufa, mas também refletem a radiação solar, ajudando a resfriar o planeta.

De acordo com o IPCC (2014), por aquecimento global entende-se a elevação da temperatura média da Terra. Algumas de suas causas possíveis são o efeito estufa e o aumento da atividade solar. O aquecimento global pode gerar epidemias de doenças tropicais, afetar os padrões das chuvas e o equilíbrio entre as estações do ano. Dentre outros impactos, pode afetar o próprio clima da Terra.

Mudanças climáticas são justamente alterações no sistema climático terrestre, que podem advir do aquecimento global, de alterações na circulação oceânica ou de outros fatores (Juras, 2013). Cada um desses três elementos (efeito estufa, aquecimento global e mudanças climáticas) pode ter diversas causas, e também pode ter diversas consequências. Mas apenas a seguinte cadeia de eventos interessa diretamente a este estudo: o efeito estufa leva ao aquecimento global que provoca as mudanças climáticas. As demais possibilidades causais são consideradas somente de forma secundária. Isso não significa que sejam desprezíveis; apenas não se incluem no escopo desta investigação.

O sistema climático da Terra é um conjunto altamente complexo. Ele é formado por cinco componentes (ou subsistemas) principais: a atmosfera (gases, partículas e vapor d'água), a hidrosfera (água superficial e subterrânea), a criosfera (parte gelada do planeta), a superfície terrestre (as terras emersas, com diferentes tipos de solo), e a biosfera (conjunto dos seres vivos terrestres e oceânicos). A dinâmica do clima terrestre é determinada por fenômenos que ocorrem entre esses cinco componentes, e dentro de cada um deles. Note-se que essa é uma concepção holística e organicista, portanto não atomística e não particularista, do sistema climático terrestre (IPCC, 2007, p. 35).

Todos os cinco componentes são extremamente complexos, constituindo cada qual um sistema particular (IPCC, 2007, p. 13-14; p.38). Eles também são profundamente interligados entre si. O funcionamento de cada um, bem como as relações entre eles, ocorrem por meio de fenômenos numerosos e intrincados, nem sempre compreendidos em sua totalidade.

Outro elemento fundamental para entender o clima é a radiação solar, que atinge a Terra na forma de luz e calor. Essa radiação aquece e coloca em movimento todo o sistema climático, funcionando como sua força motriz. O calor solar afeta os cinco subsistemas do sistema climático, e também as complexas conexões entre eles; seu papel de manutenção da vida na biosfera. A Terra intercepta a radiação solar, e uma parte dela é refletida de volta para o espaço pela atmosfera e pela superfície terrestres. O restante é absorvido pelos cinco componentes do sistema climático. A própria Terra também emite

alguma radiação para o espaço, e isso ajuda a compensar a radiação que ela recebe de fora, mantendo a temperatura do planeta dentro de determinados limites.

Quando há algum desequilíbrio entre a energia que entra e a energia que sai, alterações no sistema climático tornam-se esperadas. Enquanto os cinco subsistemas e a energia solar permanecem em equilíbrio, o sistema climático se mantém estável. Na verdade esses cinco fatores não são os únicos que afetam a temperatura terrestre, nem a temperatura terrestre é o único fator relevante para o clima global. Mas esse é o mecanismo básico que determina a temperatura e o clima da Terra – ou, pelo menos, é o mecanismo mais perceptível e significativo.

Vários outros fenômenos podem afetar o equilíbrio entre a radiação que entra e a que sai do globo, levando ao aquecimento ou ao resfriamento do sistema climático. Tais fenômenos podem ser naturais ou fruto das atividades humanas (fenômenos culturais ou antrópicos). Dentre eles destacam-se cinco, que serão descritos a seguir de forma sucinta: a atividade solar, alterações na órbita da Terra, a variação climática natural, aerossóis e o efeito estufa.

A atividade solar varia ao longo do tempo. Ela percorre um ciclo de onze anos, ao longo do qual a radiação emitida pelo Sol aumenta e diminui.

Com isso a radiação que chega à Terra também varia. E quando varia a entrada de energia, todo o balanço energético é afetado, levando ao aquecimento ou ao resfriamento do globo.

Alterações na órbita do planeta também interferem no clima. Por exemplo, a cada cem mil anos a trajetória da Terra ao redor do Sol varia entre circular e elíptica. Quando é circular o planeta se aquece de forma homogênea ao longo de uma volta, isto é, de um ano. Quando a trajetória é elíptica o aquecimento é desigual ao longo do ano, e a diferença entre as estações aumenta (Jinga; Ashley, 2019); nesse caso o sistema climático passa, ao longo de um ano, por um significativo resfriamento e um significativo aquecimento.

O clima terrestre também possui uma variação natural intrínseca. Isso se deve às propriedades dos cinco componentes do sistema climático, e às complexas interações entre eles. Essas propriedades e interações determinam que a estabilidade climática se dê através de um equilíbrio dinâmico, e não estático (Ferreira, 2017). A estabilidade do clima terrestre não se caracteriza pela ausência de transformações, mas por transformações regulares e cíclicas. Nesses ciclos naturais intrínsecos os componentes do sistema climático influenciam um ao outro, seguindo roteiros com um certo grau de previsibilidade. Quando o sistema climático se movimenta de acordo com esse equilíbrio dinâmico, a temperatura global pode se alterar para acompanhá-lo.

Os aerossóis atmosféricos são pequenas partículas que também podem afetar o clima da Terra. Alguns deles aumentam a capacidade de reflexão da atmosfera, diminuindo a quantidade de radiação solar que entra.

É o caso de gases como os CFCs. Outros aerossóis, expelidos nas erupções vulcânicas, absorvem a radiação solar, retendo uma quantidade maior de calor na atmosfera. Ao interferir na temperatura do globo os aerossóis afetam também o clima.

Um quinto fenômeno que altera a temperatura e o clima do globo é o efeito estufa, já mencionado. Os gases de efeito estufa permitem a entrada da radiação solar, mas dificultam a saída da radiação emitida pela Terra. A radiação terrestre é absorvida pela atmosfera, ou então reemitida para a superfície. Em outras palavras os GEEs geram uma defasagem entre a radiação que chega e a que sai, causando um acúmulo de calor no sistema climático.

Desses cinco fatores de alteração do clima, os três primeiros são naturais: a atividade solar, as alterações orbitais e a variação climática intrínseca. Os dois primeiros são externos ao sistema climático, enquanto o terceiro é interno. Nenhum dos três deve gerar alterações ao mesmo tempo significativas e inesperadas sobre o sistema climático – pelo menos até onde pode prever a ciência em seu estágio atual. Assim sendo é preciso trabalhar com a hipótese de que o comportamento natural desses três fatores deve se manter dentro dos padrões regulares que têm apresentado até agora, sem extrapolar o equilíbrio dinâmico que caracteriza a estabilidade climática. Enquanto as alterações climáticas advindas desses fatores estiverem dentro dessa faixa de normalidade, pode-se dizer que elas são esperadas e normais.

O mesmo se aplica aos outros dois fenômenos que afetam o clima: os aerossóis e o efeito estufa. No entanto estes dois possuem uma diferença específica em comparação aos três fenômenos do parágrafo anterior. Os aerossóis e o efeito estufa, além de terem causas naturais, também podem advir das atividades humanas (Moreira; Ramos, 2016).

A ação antrópica pode afetar o clima dentro dos limites normais das alterações climáticas naturais. Nesse caso os efeitos antrópicos podem reforçar ou podem amenizar as tendências naturais, sendo em todo caso ofuscados por elas. Mas a ação humana também pode gerar efeitos sobre o clima que transcendam essas alterações naturais. O homem pode ser uma importante causa de mudanças climáticas significativas, não naturais e anormais.

Para entender melhor as alterações climáticas é preciso distinguir de forma clara entre suas duas modalidades: as mudanças climáticas e as variações climáticas. A comunidade científica não possui fórmulas consensuais para conceituar essas duas categorias. Mesmo dentro do arcabouço da ONU diferentes instituições empregam de modo distinto essas duas expressões. É o caso da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) de um lado, e do IPCC de outro.

A visão do IPCC é diferente:

Mudança climática se refere a uma variação estatisticamente significativa nas condições médias do clima ou em sua variabilidade, que persiste por um longo período – geralmente décadas ou mais. Pode advir de processos naturais internos ou de forçamentos naturais externos, ou ainda de mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso do solo 12 (IPCC, 2014).

Para o IPCC (2007), as mudanças climáticas podem ser causadas pela atividade humana ou por fatores naturais. O que as caracteriza é a significância da alteração sofrida pelo sistema climático.

Este estudo busca conceitos claros de variação climática e, principalmente, de mudança climática. Neste sentido tanto Heubes (2013) quanto o IPCC (2007) trazem contribuições importantes. Porém os conceitos adotados por uma instituição não são imediatamente compatíveis com os adotados pela outra. Para a Convenção-Quadro a essência das mudanças climáticas está em sua gênese (humana, e não natural), enquanto para o Painel ela está em sua anormalidade (significância estatística e duração no tempo).

Essas duas concepções não são contraditórias ou excludentes; na verdade podem ser complementares. Este estudo propõe uma combinação dos principais componentes de cada uma, gerando um conceito novo, que consiga levar em conta um número maior de fatores. O ganho não ocorreria apenas pela maior abrangência do novo conceito, mas principalmente pela sua capacidade explicativa ampliada. Ao levar em consideração mais elementos, ele estaria melhor preparado para identificar e caracterizar as mudanças climáticas. A combinação das duas concepções é feita visando não o ecletismo, mas uma percepção teórica mais rica sobre a realidade empírica.

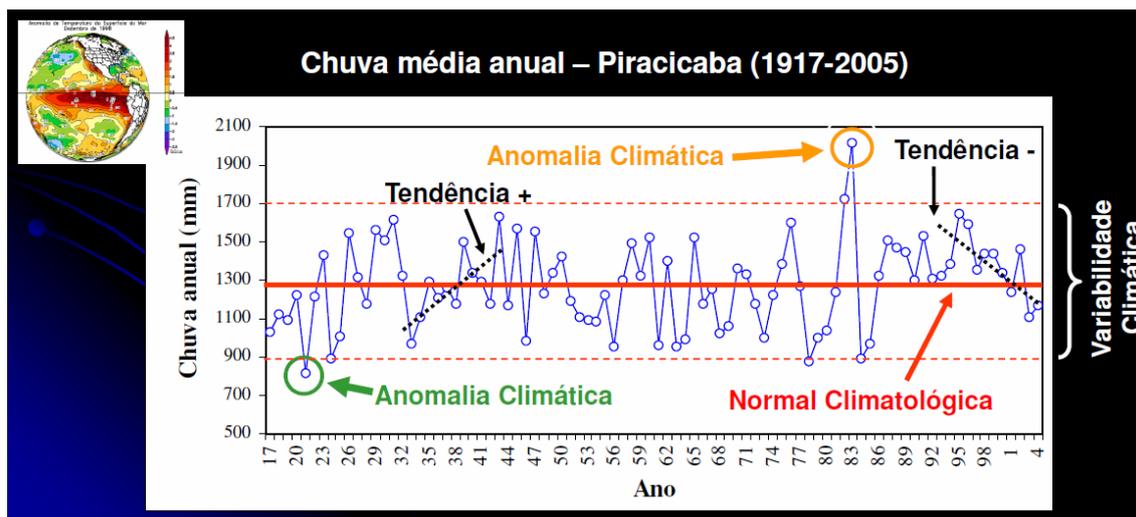
Com base nos conceitos da Heubes (2013) e do IPCC (2007), as alterações climáticas podem ser classificadas quanto à sua gênese e quanto ao seu grau de normalidade. Quanto à gênese elas podem ser naturais ou antrópicas, conforme sejam ou não derivadas da ação humana. Quanto ao grau de normalidade elas podem ser normais ou anormais. Alterações climáticas normais são aquelas cuja magnitude, duração e frequência estão dentro dos parâmetros estatísticos esperados. Alterações climáticas anormais são aquelas cuja magnitude, duração e/ou frequência constituem anomalias estatísticas.

A variação espacial e a flutuação temporal são características inerentes ao tempo e ao clima. A flutuação temporal é uma característica que deve ser discutida com maiores detalhes, pois o seu estudo nas mais diferentes escalas cronológicas permite compreender como era o clima terrestre no passado longínquo (paleoclima), no passado recente e como o é no presente, além de permitir, a partir de modelos, simular situações de clima no futuro. Para um melhor entendimento do estudo das flutuações climáticas, é necessário entender os conceitos de variabilidade, tendência, anomalia e mudança climática. Ao se referir ao clima, deve-se lembrar que está se trabalhando com escalas de tempo de no mínimo 30 anos, podendo estas serem prolongadas à escalas tão grandes, como a de eras geológicas.

A combinação das escalas temporal e espacial dos fenômenos meteorológicos gera a variabilidade climática, que se refere às flutuações das condições meteorológicas e, por extensão, das condições climáticas em torno da média climatológica, como se observa na Figura 1 referente à precipitação pluvial anual do Planeta Terra desde 1917.

Observa-se na Figura 1 que é possível detectar, em um determinado período, valores crescentes (tendência crescente), como ocorreu com a chuva anual no mundo entre 1933 e 1943 ou decrescente (tendência decrescente), como foi observada de 1996 a 2005. As tendências, por ocorrerem em períodos curtos, não devem ser confundidas com mudanças do clima.

As variáveis meteorológicas em determinado período podem, eventualmente, sofrer uma flutuação grande de um elemento em uma série climatológica, ou seja, desvio acentuado do padrão observado de variabilidade, caracterizando uma anomalia climática. Esses eventos anômalos estão normalmente associados a uma fator causal, os quais podem ter várias origens. O mais comum atualmente são as anomalias associadas aos eventos El Niño e La Niña. Na Figura 1 observa-se duas anomalias de precipitação no mundo, uma de 812 mm em 1921 e outra de 2018 mm em 1983.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1. Variação da precipitação anual no mundo 1917-2005.

Já mudança climática é um termo que designa uma tendência de alteração estatística significativa da média de um elemento climatológico ou de sua variabilidade em períodos de tempo mais extensos, como décadas ou séculos.

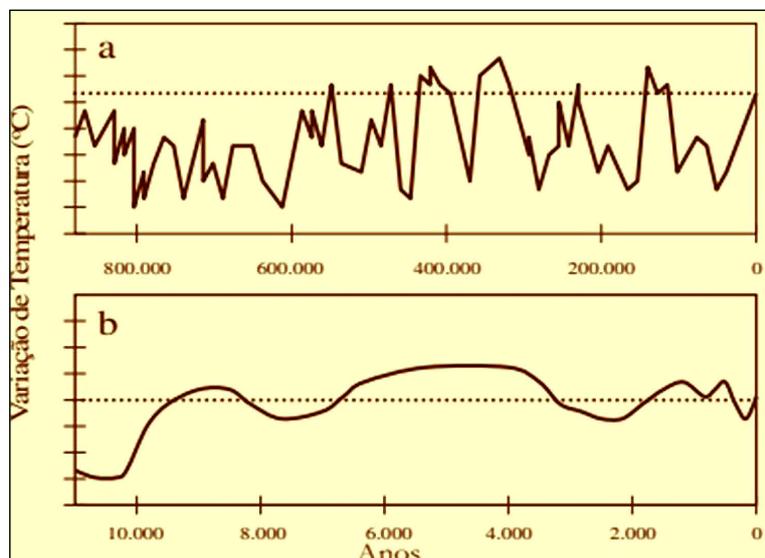
Deve-se ressaltar que não há uma distinção absoluta entre os termos variabilidade, tendência, anomalia e mudança climática, pois dependendo da escala de tempo de estudo, certa flutuação que poderia ser considerada uma variabilidade numa escala de milênios, pode ser considerada uma mudança na escala de décadas ou séculos.

As Figuras 2 e 3 ajudam a entender isso, ao mesmo tempo que permitem uma visão da variação da temperatura global da Terra em várias escalas de tempo. As condições climáticas terrestres no passado podem ser inferidas por indicadores biológicos (fósseis) ou inorgânicos (minerais, sedimentos, paisagens trabalhadas por gelo), bem como por métodos físico-químicos (exemplo, razão isotópica O/O de carbonatos de sedimentos ou em esqueletos de fósseis), 1816 análise de anéis de crescimento de árvores.

Nessas figuras a variabilidade é dada em termos de C° em relação à média da temperatura terrestre global no início do século XX. Na Figura 3 é possível verificar a tendência estimada por vários modelos climáticos da temperatura global da Terra nos últimos dois mil anos, sendo que a partir de 1860, observações diretas da temperatura da

superfície terrestre e a evolução das técnicas de observação permitiram uma estimativa mais confiável, mostrada na Figura 3.

Observa-se que ao longo das eras geológicas foram estimadas flutuações térmicas de até cerca de 5 °C, na maioria do tempo com temperaturas abaixo das observadas atualmente, mas com períodos de valores superiores em 1 °C em relação aos atuais. Apesar das aproximações dos modelos de estimativa e o dos problemas de observação da temperatura da superfície de oceanos e continentes, que começaram a ser medidas sistematicamente nos últimos 150 anos, verifica-se que a Terra passou por um período quente na idade medieval e por um resfriamento relativamente intenso entre os séculos XVII e XVIII (pequena idade glacial). Embora a tendência natural esperada seja o aquecimento no período atual, é preocupante a intensidade desse aquecimento, principalmente a partir de 1980, a uma taxa que se supõe ultrapassar qualquer outra experimentada em milhões de ano.



Fonte: Intergovernmental Panel on Climate Change Report, 1990.

**Figura 2.** Variação estimada da temperatura global da Terra nos últimos 900.000 (a) e nos últimos 10.000 anos (b).

As causas da variabilidade do clima podem ser reunidas em três grandes grupos:

a) Terrestres

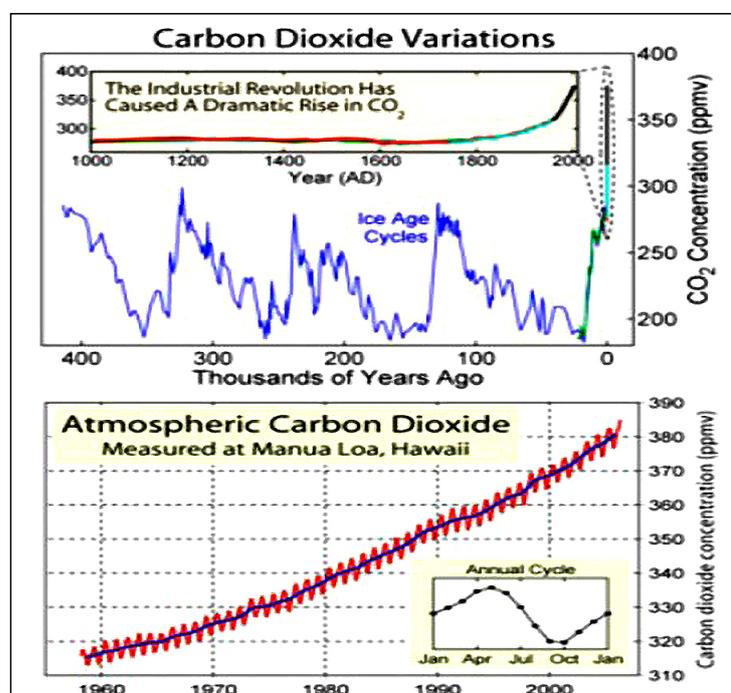
A modificação da composição atmosférica, principalmente dos gases de “efeito estufa” absorvedores de ondas eletromagnéticas longas emitidas pela Terra, por causas naturais ou antropogênicas, é considerado um grande fator de variabilidade climática. A ação antropogênica está presente pelas atividades industriais, queima de combustíveis fósseis, atividades agrícolas em vários aspectos (modificação do uso do solo, desmatamento, irrigação por inundação, etc.), A modificação da concentração dos gases de efeito estufa é considerada por muitos cientistas como um fator determinante de aquecimento global, com consequências sobre o clima, efeitos esses que podem durar séculos.

Para esses cientistas, o  $\text{CO}_2$ , por exemplo, seria um dos gases mais ponderáveis nesse caso, porque a variação da sua concentração na atmosfera tem sido muito grande ao longo do tempo, sendo que por ação antropogênica, os níveis atingidos nos últimos 250 anos não têm precedentes nos últimos 400.000 anos. Outros gases de efeito estufa absorvedores de ondas eletromagnéticas na banda acima de 3.000 nm são o metano ( $\text{CH}_4$ ) o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e os clorofluorcarbonos (CFC). A modificação da concentração de ozônio, absorvedor na banda do ultra-violeta, também pode exercer efeito no balanço de energia radiante na Terra.

A Figura 3 apresenta a tendência de aquecimento acentuado da Terra no século XX, com sua aceleração maior a partir de 1980. Tem-se realçado a relação entre a aceleração do aquecimento e as ações humanas, principalmente as que contribuem para o aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera.

As atividades humanas a partir da Revolução Industrial (meados do século XVIII) têm contribuído para alterar a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e para modificar as condições de cobertura de superfície, que afetam o balanço de radiação na superfície.

Outra causa natural pode ser o vulcanismo, que libera cinzas e poluentes (sulfetos, por exemplo), afetando o balanço de energia, normalmente com tendência de resfriamento pela atenuação da radiação solar, o que não seria uma justificativa para o que vem ocorrendo em termos de aquecimento global.



Fonte: Global Warming, Wikipedia, 2007.

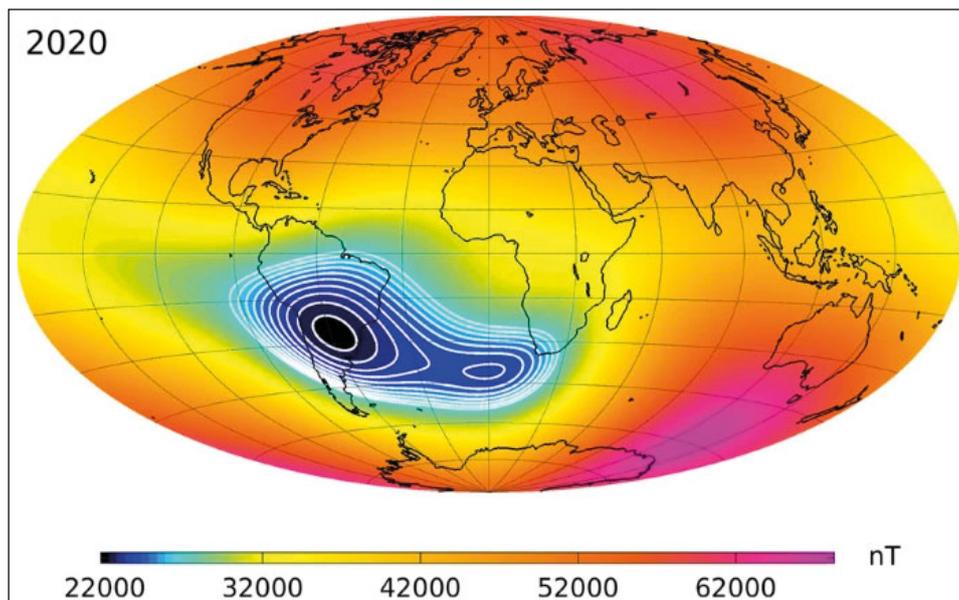
**Figura 3.** Variação estimada da concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera terrestre nas eras geológicas (superior) e nos últimos 50 anos (inferior). O quadro inserido na figura inferior refere-se às variações médias sazonais em um ciclo anual.

Outra causa de origem terrestre é a modificação dos tipos de nuvens formadas. Uma hipótese é que um aquecimento do planeta poderia originar nuvens mais espessas, com maior absorção e reflexão de ondas curtas, diminuindo a incidência de radiação na superfície e tendo ação de realimentação (*feedback*) negativa sobre o aquecimento global. Diz-se que há um efeito de realimentação porque uma consequência original do aquecimento, nesse caso o aumento da nebulosidade, contribuiria a seguir para um efeito também sobre o balanço de energia radiante.

A realimentação é positiva se reforça o efeito de aquecimento, ou negativa se contribui para o resfriamento. No caso das nuvens espessas, a realimentação é negativa porque elas contribuem para a diminuição da irradiância solar e, conseqüentemente, em certo grau, com um efeito contrário ao aquecimento.

No mesmo sentido, pode se falar na modificação das condições da cobertura da superfície terrestre, como por exemplo, o derretimento do gelo. O albedo (poder refletor ou refletividade da superfície para ondas curtas) da neve é bem maior do que o da água líquida, e o derretimento do gelo teria um efeito alimentador positivo sobre o aquecimento global, pela maior absorção de radiação pela superfície com água líquida. Modificações de origem antropogênica da superfície terrestre (desmatamento, urbanização, substituição de um tipo de cobertura por outra, etc) podem causar realimentação positiva ou negativa, dependendo do tipo de modificação.

Outra causa de modificação climática, que pode ser considerada em termos de eras geológicas, é a modificação da distribuição de continentes e oceanos. Cita-se, também, a modificação temporal do campo magnético da Terra (paleomagnetismo) como um possível causador de mudanças climáticas por afetar a localização dos pólos magnéticos do planeta (Figura 4).

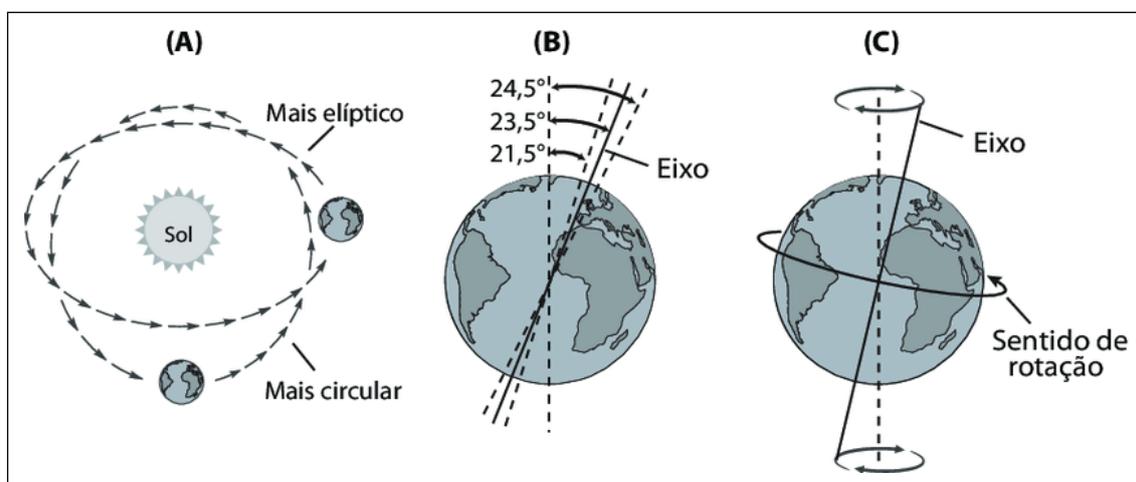


Fonte: Elaborado pelos autores.

**Figura 4.** Anomalia Magnética.

## b) Astronômicas

O valor da inclinação (atualmente de  $23^{\circ}27'$ ) e da posição do eixo da Terra em relação ao plano da Eclíptica não é constante, mas varia lentamente, considerando-se que as variações extremas sejam da ordem de  $1,3^{\circ}\text{C}$ , negativo ou positivo, em relação à média de  $23,3^{\circ}\text{C}$  na escala de 1.000.000 de anos. Considera-se que essa variação seria muito maior se não houvesse o efeito gravitacional da presença da Lua. As variações da inclinação do eixo determinam modificações espaciais e temporais na irradiância solar da superfície terrestre, mais acentuadas quanto maior a latitude e poderiam contribuir para modificações climáticas em longas escalas de tempo.



**Figura 5.** Variação do plano da órbita da Terra.

## c) Extra-terrestres

Uma causa classificada nesse grupo é a variação da atividade do Sol, medida pelo número de manchas na sua superfície. Por registros do número de manchas desde o século XVI, é possível deduzir que do início das observações até aproximadamente 1700, o número delas foi muito pequeno, indicando uma diminuição da atividade solar, que aumentou entre 1700 e 1780, caindo novamente até cerca de 1820. Há cientistas que consideram essas variações como o fator determinante das mudanças climáticas, conforme discutir-se-á no item seguinte.

## Mudanças climáticas do passado

Durante a história de 4,5 bilhões de anos do nosso planeta ocorreram várias mudanças climáticas radicais. Longos períodos de clima estável foram sucedidos por glaciações e estes, por sua vez, por efeito-estufas. Estes períodos quentes ocasionaram até desertificações de amplas áreas continentais. Estes eventos tem provocado também conseqüências biológicas. As mudanças climáticas tem extingüido muitas espécies e favorecido outras.

As camadas sedimentares revelam que a Terra já sofreu várias glaciações. A mais antiga destas foi há mais de dois bilhões de anos atrás e o mais intenso, por sua vez, parece ter congelado até as regiões equatoriais. O clima da Terra esfria o nosso planeta às vezes a um congelador, e outras vezes o transformando em uma sauna. A seguir, viajaremos no tempo para vermos como o clima da Terra variou no passado.

a) Glaciação Arqueana (há 2,7 bilhões de anos atrás)

As rochas mais antigas interpretadas como glaciais foram descobertas em formações com a idade de 2,7 bilhões de anos na África do Sul. Porém, nem todos os pesquisadores aceitam a sua origem glacial. Pelo menos não foram relacionadas às geleiras extensas.

b) Glaciações Paleoproterozóicas (há 2,3 bilhões de anos atrás)

Os vestígios mais antigos de um período de frio intenso são encontrados em rochas com a idade de 2,3 bilhões de anos na América do Norte, Finlândia e Rússia, que se situavam próximos uns dos outros. O período é conhecido como a Glaciação Huroniana.

c) Glaciações Neoproterozóicas: do “Planeta Bola-de-Neve” ao Efeito-Estufa Cambriano (há 1000 a 540 milhões de anos atrás)

A mais severa glaciação de toda a história evolutiva da Terra foi há 1000 a 550 milhões de anos atrás, no período conhecido como o Neoproterozóico. Nesta época ocorreram pelo menos quatro glaciações em regiões que hoje estão dispersos em continentes diferentes. A mais extensa destas foi a Glaciação Varangeriana. Esta foi o período mais frio que a Terra já experimentou durante a sua história. A Terra estava congelada até aos trópicos, formando o chamado “Planeta Bola-de-Neve” (Hoffman *et al.*, 1998). Somente algumas áreas oceânicas, com ilhotas e microcontinentes, estavam livres de geleiras na região do Equador (Hyde *et al.*, 2000). Segundo recentes simulações climáticas, nestas áreas predominava um clima tropical.

O nome da glaciação vem do *fford* de Varanger no norte da Noruega, onde pela primeira vez foram encontrados sedimentos glaciais com a idade entre 650 a 600 milhões de anos. Apesar de a origem glacial das rochas deste lugar ser atualmente disputada, os vestígios desta glaciação são encontrados também na Antártida, África do Norte, China, Rússia, Suécia, Escócia, Svalbard, Namíbia, Argentina, Uruguai, Brasil, América do Norte e Austrália (Eerola, 2001). Isto significa que áreas muito extensas foram cobertas por geleiras. A presença desta glaciação no sul do Brasil está sendo pesquisada pelo autor (Eerola, 1995).

A mudança climática mais drástica do passado geológico conhecido ocorreu há 540 milhões de anos atrás, na transição do Neoproterozóico ao período Cambriano da era Paleozóica (Eerola, 2001). Durante as glaciações, os mares absorveram grandes quantidades de dióxido de carbono e os continentes estavam amalgamados, formando o supercontinente de Rodinia. No período Cambriano este supercontinente começou a fragmentar-se. Erupções vulcânicas e gases hidrotermais dos fundos oceânicos em expansão emitiram grandes quantidades de gases, como o dióxido de carbono. Em consequência deste fenômeno natural de efeito-estufa, a temperatura aumentou radicalmente e as

geleiras fundiram-se, elevando o nível dos mares. Novos mares rasos banhavam os litorais do supercontinente em fragmentação. O dióxido de carbono, que estava em solução na água do mar, precipitou-se em forma de carbonatos, formando rochas calcáreas nos mares rasos tropicais. A vida começou a irradiar nestes mares (Zhuravlev; Riding, 2001).

Os períodos de extremo frio das glaciações tinham causado grandes pressões ambientais às espécies marinhas. A mudança climática radical de um “refrigerador à sauna” ofereceu condições favoráveis a estas espécies. Ocorreu a radiação evolutiva do Cambriano (Zhuravlev; Riding, 2001). Os animais aprenderam a formar esqueletos e carapaças a partir de carbonato de cálcio – surgiram os vertebrados. Após disto, nada foi mais como antes. O mundo mudou de uma vez por todas. Mudanças climáticas radicais tem ocorrido várias vezes durante a história geológica, mas nunca com a mesma intensidade e importância.

#### d) Glaciações Paleozóicas (há 400 a 200 milhões de anos atrás)

Várias glaciações afetaram os continentes do hemisfério sul durante o Paleozóico. Em África e América do Sul, são encontrados vestígios de geleiras nos períodos Devoniano, Siluriano e Carbonífero (Almeida; Carneiro, 1995).

Durante esta era, a vida invadiu a terra firme e até o período Carbonífero, a evolução tinha produzido uma fauna e flora abundantes. No Carbonífero, ao começar a se formar o novo supercontinente Pangea, há 300 milhões de anos atrás, os países do atual hemisfério norte estavam na faixa equatorial e eram cobertas por vastas florestas formadoras de carvão, enquanto os continentes do atual hemisfério sul estavam no Pólo Sul e cobertas por geleiras. Porém, logo após disto, a zonalidade climática foi reduzida e houve um aquecimento global, que perdurou durante todo o Mesozóico, contribuindo à evolução dos dinossauros. O Mesozóico, por sua vez, terminou com a separação do Pangea, mudança climática, atividade vulcânica e a queda de um meteorito gigante no Golfo do México, que aniquilaram os dinossauros.

#### e) Glaciações Quaternárias (há 2,5 milhões de anos a 10.000 anos atrás)

Durante os dois últimos milhões de anos o clima da Terra tem variado drasticamente. As suas consequências foram glaciações, intermediadas por períodos interglaciais mais quentes, como o que estamos vivendo agora. Durante as glaciações, a Europa do Norte e grandes áreas da América do Norte estavam cobertas por espessas geleiras continentais. Neste sentido, as glaciações Quaternárias foram excepcionais, pois no passado ocorreram geleiras continentais somente nos continentes do hemisfério sul. A evolução do homem ocorreu durante estas mudanças climáticas e a distribuição das espécies foi fortemente influenciada por estas.

## Origem dos anos bissextos

A história da descoberta e entendimento da duração do ano espalha-se desde as mais antigas civilizações. Na velha Babilónia o estudo da periodicidade dos fenómenos celestes permitiu a previsão da ocorrência futura dos mesmos. A sua relação com as colheitas abundantes sempre associadas às épocas mais propícias ao cultivo, controlaram a própria sobrevivência da humanidade, mais concentrada no hemisfério norte do planeta na zona temperada, que passou a depender da previsão astronómica das estações.

Por isso, o estudo do calendário, da sucessão das épocas agrícolas e o ciclo das estações foi uma tarefa crucial, que foi sendo aperfeiçoada ao longo de milénios. Esta ligação com uma actividade tão fundamental levou a humanidade a adoptar a definição de ano civil (trópico) como o intervalo de tempo entre dois inícios consecutivos da Primavera que, para facilitar, deve ocorrer sempre na mesma data do ano. O ano trópico real dura 365 5 48 45,2 ou seja 365,24219 dias.

Dos poucos calendários primitivos ocidentais dos quais se sabe a história, salientam-se o hebreu e o egípcio, com um ano civil de 360 dias, ordenados em 12 meses de 30 dias cada, que se adaptava bem às doze lunações completas que ocorrem num ano. Lunação é o intervalo de tempo entre duas conjunções sucessivas do Sol com a Lua (fase de Lua Nova) cujo valor médio é de 29,53 dias (mês sinódico ou lunar). Nessa altura os Egípcios dividiam ainda o ano em três estações: das cheias do Nilo, das sementeiras e a das colheitas (Richards, 1998).

Este ano era curto demais pois as estações iniciavam-se em datas que iam atrasando e percorrendo o ano lentamente. Já por volta do ano 5000 a.C. e após diversas reformas do seu calendário, os Egípcios estabeleceram um ano que se aproximava mais do ciclo das verdadeiras estações do ano, sendo fixado em 365 dias mas mantendo os 12 meses de 30 dias. Os 5 dias a mais formaram um grupo separado no final do ano. Os astrónomos Egípcios da Idade do Bronze foram medindo, através do nascimento da estrela Sírius (ou Sothis), que a data de início das estações continuava a ter atrasos e voltou a repetir-se após 1461 anos. Todavia, tinham passado apenas 1460 ciclos das estações. Isso demonstrava que o ano egípcio de 365 dias era ainda ligeiramente curto pois adiantou-se 1 ano (egípcio) em 1460 anos das estações (período sotíaco), ou seja, um avanço de  $365 \text{ dias} / 1460 \text{ anos} = 0,25 \text{ dias/ano} = 6 \text{ horas/ano}$ . Este avanço corresponde a 1 dia inteiro em 4 anos. Após tanto estudo e precisão os Egípcios não alteraram o seu calendário (infelizmente) e mantiveram este desfasamento cumulativo durante o milénio seguinte.

A civilização Romana primeva tem um calendário de apenas 304 dias divididos em 10 meses, que não corresponde a qualquer período astronómico. Esta harmonização só é realizada por Rómulo (um dos fundadores de Roma, 753 a.C.) e depois reformulada por Numa Pompílio (713 a.C.) que o aproxima do calendário lunar Grego (de 354 dias) mas usa 7 meses de 29 dias, 4 meses de 31 dias e Fevereiro com 27 dias (todos ímpares) (Manuel, 1992).

Quando Júlio César assume o poder em Roma (ano 58 a.C.) o desfaseamento do calendário com as estações era tal que pede ao astrónomo Sosígenes, da escola de Alexandria (Egipto), que proponha uma solução para o problema. Sosígenes determinou que o desfaseamento já era de 67 dias, o que levou Júlio César a introduzir 2 meses extra naquele ano (708 de Roma ou 46 a.C.), criando-se pontualmente o maior ano da história da humanidade com 445 dias, que ficou conhecido por Ano da Confusão.

Foi assim preciso alterar o ano de 354 para 365 dias introduzindo +11 dias. Além disso, Sosígenes estava a par do problema dos 1460 anos decorridos entre os anos 2783 a.C. e 1323 a.C. e o avanço de 1 dia em cada 4 anos, determinado pelo astrónomo egípcio e induzido pelo ano com a duração de 365 dias. Deste modo, o ano seguinte (45 a.C.) marca o início do novo Calendário Solar Juliano, definido por um ciclo de 4 anos (solares) que se repete indefinidamente: 3 anos (comuns) consecutivos de 365 dias e o quarto ano de 366 dias. Por isso, o ano juliano médio tem 365,25 dias.

Júlio César decreta ainda que os meses podiam ter um número par de dias (contra a superstição romana que os considerava dias de azar) para absorver os 11 novos dias na duração do ano. Isto leva a termos 4 meses de 30 dias, 7 meses de 31 dias e Fevereiro com 28 dias, excepto no quarto ano onde passa a ter 29 dias. São também os nomes romanos desta altura que herdámos na designação dos meses.

Para além do ano solar os romanos mantiveram o calendário lunar paralelo, por causa das actividades associadas às feiras e mercados públicos normalmente realizados em lua cheia, altura dos camponeses se dirigirem às povoações e cidades. Por definição, o mês lunar começa com o dia da Lua Nova que é designado por calenda (raiz da palavra calendário). Da reforma de Pompílio tinha-se que o ano lunar mais próximo do ano solar contém 12 meses lunares de 29,53 dias, o seja os 354 dias. A diferença em falta de 11 dias para o ano solar acumulava-se sempre e, por isso, os romanos introduziam de 2 em 2 anos (em média) um mês lunar extra de apenas 22 (ou 23) dias para corrigir o desfaseamento (que acumulava ainda um resíduo por excesso), designado por Mercedonius, que aparecia intercalado entre os dias 23 e 24 de Februaris.

Esta tradição levou a que o dia extra de Fevereiro a cada 4 anos, fosse na prática introduzido entre os dias 23 e 24, também. Ora, segundo a tradição romana a contagem dos dias era regressiva em relação aos dias importantes (associados às fases da Lua) e o dia 23 de Fevereiro era designado por “6º dia antes das calendas de Março”. O dia extra introduzido passou a ser popularmente designado como uma repetição do dia 23 ou “segundo dia 6º antes das calendas de Março”, isto é, o dia bissexto. A designação perdeu e o próprio quarto ano do ciclo passou a ser designado por Ano Bissexto.

A regra de Sosígenes dos anos bissextos foi mal interpretada e a sua aplicação foi feita de 3 em 3 anos durante 36 anos, gerando um desfaseamento só corrigido por César Augusto e terminado já no início da Era Cristã, em 4 d.C. que foi bissexto. Esta data associada ao ciclo de 4 anos é a razão para definirmos que todos os anos múltiplos de 4 são bissextos.

A aplicação do novo calendário espalhou-se por todo o império romano e séculos mais tarde, o excesso que é gerado pelo dia bissexto criou um novo desfasamento mensurável. Note-se que o calendário Juliano, cujo ano dura 365 6 exactas, tem uma diferença por excesso de 11 14,8 em relação à duração do ano trópico, que origina um adiantando sistemático na data do início das estações.

Isto reflectiu-se no cálculo do dia da Páscoa. Este dia foi definido no Concílio de Niceia em 325 d.C. como o primeiro Domingo que ocorresse no ou após o Equinócio Vernal de 21 de Março. Em 1570's havia um problema real pois o equinócio já ocorria a 11 de Março, e nos Concílios de S. João de Latrão em 1515 e Trento em 1563 não se tinha conseguido resolver o problema. O Papa Gregório XIII forma em 1576 uma comissão dos melhores astrónomos onde o jesuíta Christoph Clavius, que estudou em Coimbra com Pedro Nunes, tem um papel fundamental. A comissão escolheu o projecto de reforma de Luís Lílio que propõe a seguinte correcção: o excesso de 10 dias em 1255 anos decorridos mostra que o calendário Juliano introduz 1 dia a mais a cada 126 anos (na realidade a cada 128,04 anos); Logo, ao fim de  $3 \times 126$  anos = 378 anos (quase 400 anos) estarão 3 dias contados a mais, que devem ser removidos. Além disso haveria que corrigir o desfasamento da data do Equinócio.

Gregório XIII decreta na bula Inter Gravíssimas de 1582 que nesse ano, à quarta-feira 4 de Outubro seguir-se-á a quinta-feira 15 de Outubro, corrigindo os 11 dias necessários para repor o Equinócio a 21 de Março. Uma nova regra, mais exacta e suficientemente simples para uso civil, decide que em cada ciclo de 4 séculos serão retirados 3 dias, estipulando que são retirados aos 3 primeiros anos centenários que passam a não ser bissextos.

Este é o Calendário Gregoriano que ainda hoje usamos:

- O ano comum tem a duração de 365 dias;
- Todos os anos múltiplos de 4 são bissextos, com 366 dias;
- Os anos centenários não são bissextos excepto se forem múltiplos de 400.

Por isso o ano 2000 foi bissexto e 2400 também será.

A duração média do Ano Gregoriano é de 365,24250 dias, que é ligeiramente maior do que o Ano Trópico de 365,24219 dias, tendo em excesso 0,124 dias em cada 4 séculos. Por isso, a hora do Equinócio Vernal a 21 de Março tem vindo a regredir paulatinamente e passarão 3224 anos (a partir de 1582 d.C.) para se acumular 1 dia inteiro (e ser a 20 de Março). Em consequência, o Anno Domini 4806 deixará de ser bissexto para se repor o Equinócio Vernal a 21 de Março. Em alternativa e dada a proximidade, far-se-á a excepção no ano de 4800 que não será bissexto.

## Materiais e Métodos

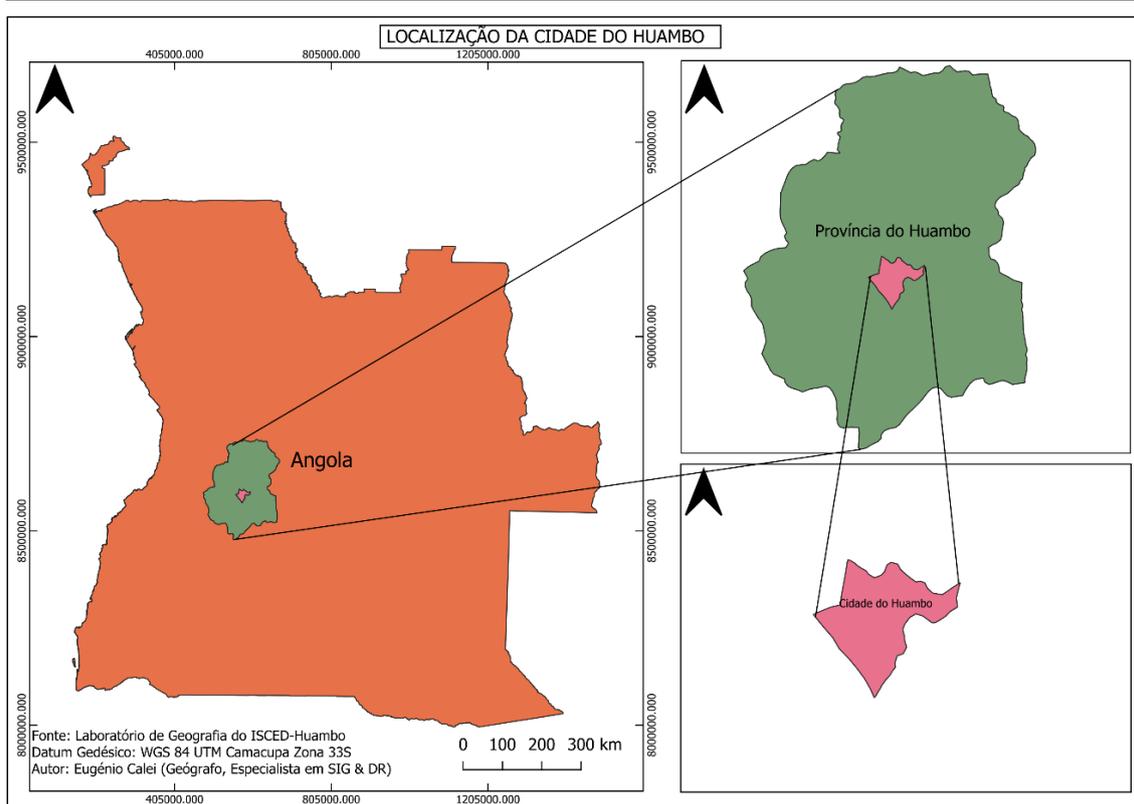
Para a realização do presente trabalho foi aplicada uma pesquisa bibliográfica criteriosa de artigos, livros, dissertações, teses e jornais que tratam sobre as mudanças climáticas no contexto da Geografia Física e os anos bissextos e não bissextos. Foi aplicada uma investigação do tipo documental (secundária) e de campo, uma vez que estas permitem ao pesquisador, consultar dados já estudados sobre o assunto, bem como analisar dados colhidos no campo, especificamente nas estações meteorológicas.

Foram utilizados dados de precipitação anuais do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INAMET) bem como dados da estação meteorológica instalada no Instituto Superior de Ciências de Educação do Huambo-Angola, estando localizada nas coordenadas geográficas 12°46'28.96" de latitude sul e 15°44'59.03" de longitude oeste de Greenwich, possuindo uma altitude de 1701 metros acima do nível do mar.

Os dados obtidos foram posteriormente organizados e tratados em planilhas utilizando o software Microsoft Office Excel. Para realização dos cálculos de caracterização da estação chuvosa e de cálculos via aplicação de testes estatísticos – paramétricos e não-paramétricos – utilizou-se o mesmo software, objetivando a identificação dos meses correspondente a estação chuvosa e estação seca, gerando assim os gráficos para a sua análise.

### Localização da Área de Estudo

O Huambo é uma cidade e município de Angola, a capital da província do Huambo, situada no centro de Angola (Figura 5), e é limitado aproximadamente pelos paralelos 11°30' de latitude Sul e pelos meridianos 15° e 16°30' de longitude Este de Greenwich.



Fonte: Elaborado pelos autores.

**Figura 6.** Área de Estudo

Segundo os dados do censo demográfico, apresentados pelo Instituto Nacional de Estatística, a cidade do Huambo contava em 2014 com uma população de 815.685 habitantes e uma área territorial de 2.609 km<sup>2</sup>, com uma altitude de 1.775m, sendo o mais populoso município da província, da região central de Angola e o sétimo mais populoso do país. Capital de um dos grandes reinos pré-coloniais da região central angolana, teve a designação oficial de “Nova Lisboa” entre 1928 e 1975, quando rivalizava com Luanda pelo predomínio económico regional.

O município é limitado a norte pelo município do Bailundo, a leste pelo município de Chicala-Choloanga, a sul pelo município do Chipindo, e a oeste pelos municípios de Caála e Ecuinha.

O município do Huambo é constituído pela comuna do Huambo (equivalente à própria cidade), e pelas comunas de Chipipa e Calima. O município é irrigado pelas águas do rio Cunene, e dos rios Culimahãla, Cuvo-Queve, Calongue, Cuando-Cunene e Chanhêua, encontrando-se aqui as cabeceiras deste último. Ao sul do território municipal há o represamento das águas do Cunene para formar a Central Hidroelétrica do Gove, muito embora a usina geradora fique no município vizinho de Cuima. A única central hidroelétrica totalmente em território municipal é de Cruzeiro, que represa o rio Cuando-Cunene (ou Quando).

## Discussão dos Resultados

Os meios de subsistência nos países menos desenvolvidos de África dependem de um clima que não só é altamente variável e pouco fiável a curto prazo, mas que também se espera que mude a longo prazo. A concretização dos objectivos de desenvolvimento só será possível se Angola estiver melhor equipada para gerir os impactos da variabilidade climática natural e das alterações climáticas induzidas pelo homem. A gestão eficaz das mudanças e das alterações climáticas exige que a informação climática seja utilizada de forma eficaz no planeamento e que o risco climático seja incorporado rotineiramente nas decisões de desenvolvimento em áreas como o desenvolvimento agrícola, o planeamento urbano e a gestão de catástrofes.

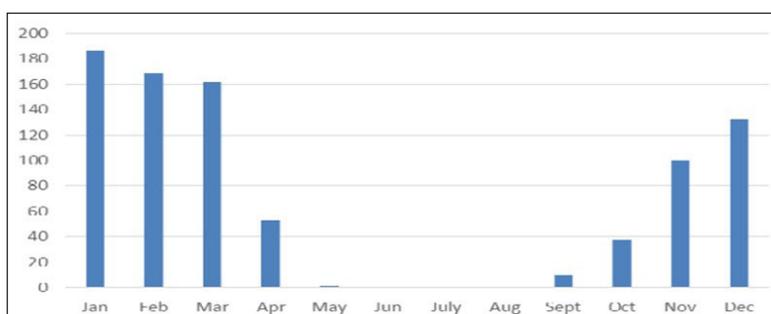
Os estudos sobre as mudanças climáticas reais em todo o mundo e sobre a variabilidade climática baseiam-se em observações passadas e requerem um estudo mais profundo e registos mais longos do que o exame das condições médias, o que pode não ser o factor mais importante no planeamento do desenvolvimento.

Assim, os dados climáticos históricos são importantes para colocar as observações actuais num contexto histórico. São também utilizados na avaliação dos riscos de base relacionados com o clima, na modelização climática, na melhoria das previsões e na calibração dos sistemas de observação.

No Gráfico 1 pode-se observar o comportamento dos valores horários de precipitação, compreendidos o ano não bissexto de 2018 durante a estação chuvosa. Através desta figura é possível confirmar a alguma diminuição de precipitação durante o período de Setembro-Dezembro, apresentando valores em torno de 70 mm e um aumento regular de Janeiro à Abril.

Através de uma breve análise é possível verificar que Setembro, Outubro e Abril foram meses em que se registaram poucas precipitações, situando em torno de 30 mm. Já o dia onde o total de precipitação acumulada foi maior, nos meses de Janeiro, Fevereiro e Maio.

**Gráfico 1.** Média Anual de precipitação (mm) em 2018.

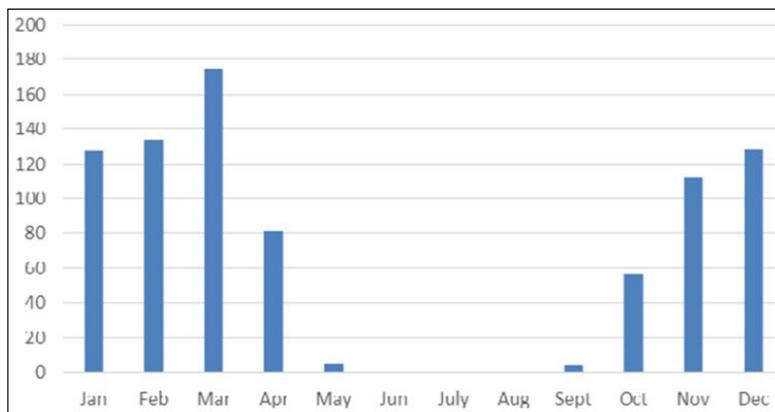


Fonte: INAMET (2024).

No ano de 2019, tendo em conta a linha de tendência que acompanha o aumento ou decréscimo dos totais de precipitação, pode observar-se uma tendência de diminuição no referido ano não bissexto.

O Grafico 2 ilustra claramente que os meses compreendido entre Setembro-Dezembro, continuaram a registar níveis baixos de precipitações com valores em tornos de 30-40 mm. Houve também uma diminuição brusca nos de Janeiro, Fevereiro e Abril, Março correspondeu ao mes mais chuvoso do referido ano.

**Grafico 2.** Média Anual de precipitação (mm) em 2019.

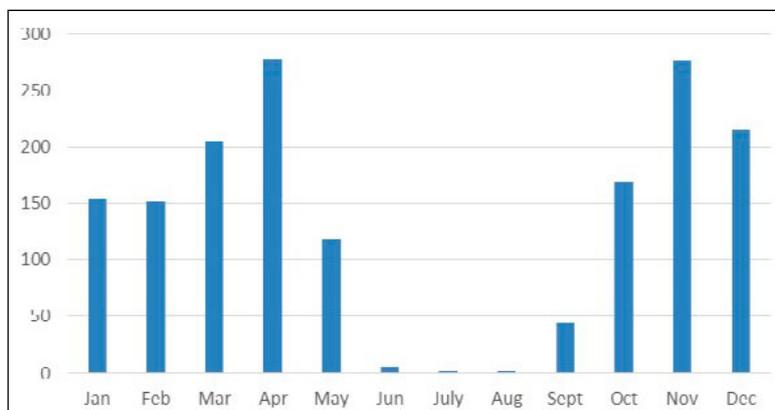


Fonte: INAMET (2024).

Observando o Gráfico 3 de precipitações referente ao ano 2020, ao longo do período considerado anteriormente isto é Setembro-Dezembro, verifica-se que houve claramente um aumento das quedas pluviométricas, com valores em torno de 80-270 mm. Respetivamente, os mes de Abril, foi o que aprsentou maior indice de precipitação, comparativamente ao ano anterior.

Pode-se considerar o 2020, como sendo um ano bissexto e olhando para os dados de precipitações, foi um ano considerado extremamente chuvoso, o que explica uma tendencia do aumento pluviométrico nos referidos anos.

**Grafico 3.** Média Anual de precipitação (mm) em 2020.

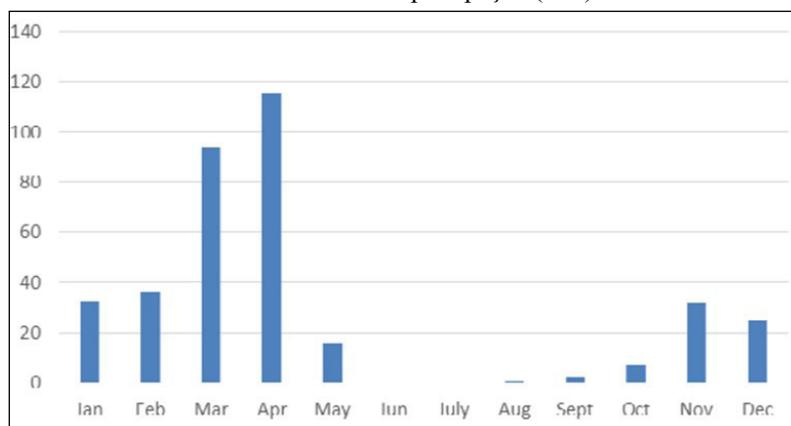


Fonte: INAMET (2024).

Dois anos diferentes podem ter totais anuais de chuva semelhantes, porém com distribuição distintas. No primeiro, a chuva acumulada ficou bem distribuída entre os meses, os dias; no segundo, o primeiro semestre pode ter sido seco e totais elevados de chuva serem registrados no segundo período.

Analisando o Gráfico 4 pode-se verificar que durante o ano de 2021 houve uma estiagem fora do comum dos últimos 3 anos. Verifica-se claramente que ocorreu menos precipitação na estação chuvosa, com uma média anual de entre 100 e 120 mm. No período de Setembro-Dezembro praticamente não ocorreram chuvas regulares o que por sua vez atrasou o início da época agrícola referente ao ano 2021-2022. Comparativamente ao ano anterior, o 2021 foi um ano não bissexto e claramente houve uma tendência drástica de decréscimo dos índices de precipitações.

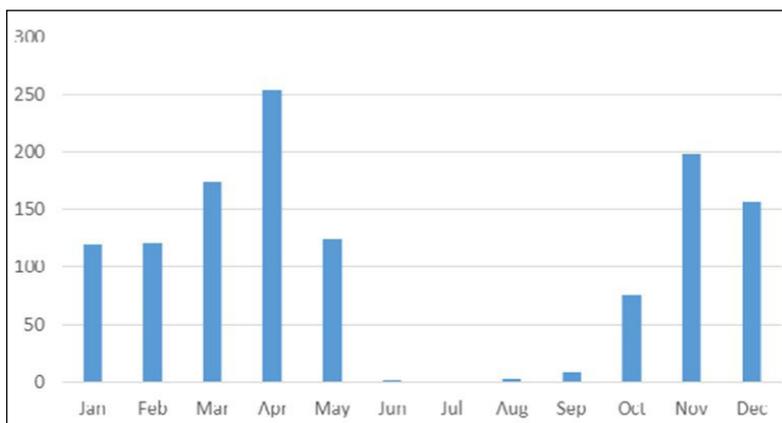
**Gráfico 4.** Média Anual de precipitação (mm) em 2021.



Fonte: INAMET (2024).

Observando o Gráfico 5 de precipitações referente ao ano não bissexto de 2022, ao longo do período considerado anteriormente isto é Setembro-Dezembro, verifica-se que houve claramente um aumento significativo das quedas pluviométricas comparativamente ao ano de 2021, com valores em torno de 70-100 mm. Contudo, os níveis de precipitação continuaram baixos, se compararmos ano de 2020, por exemplo, o período de Janeiro-Abril houve um decréscimo com valores máximos em Março, já o período de Setembro-Dezembro, os valores aumentaram, situando em torno de 40-70 mm.

**Grafico 5. Média Anual de precipitação (mm) em 2022.**

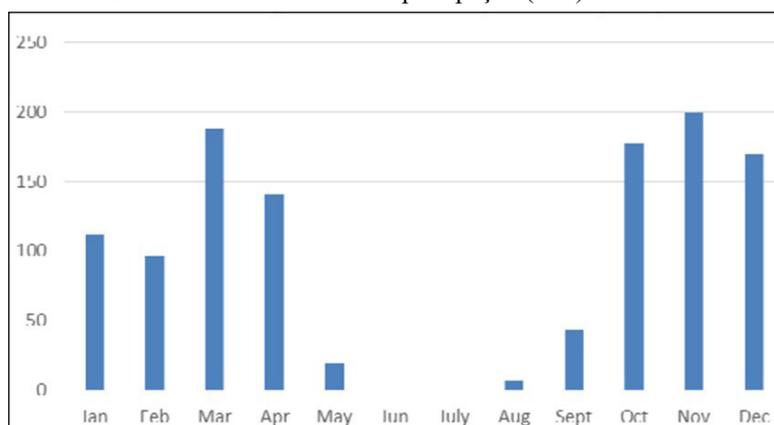


Fonte: INAMET (2024).

Neste ano, na cidade do Huambo, não houve registro de extremos devido ao predomínio de precipitações inferiores a 250mm. Tais resultados mostram que em um mesmo ano podem haver períodos mais secos e mais chuvosos, sendo que a distribuição destas chuvas e a ocorrência de eventos extremos, mesmo isolados, são determinantes aos efeitos que podem causar.

Observando o Gráfico 6 de precipitações referente ao ano 2023, ao longo do período considerado anteriormente isto é Setembro-Dezembro, verifica-se que houve um aumento significativo das quedas pluviométricas, com valores em torno de 80-180 mm. Contudo, no período de Janeiro-Abril, foi o que apresentou menor índice de precipitação, comparativamente ao ano anterior, o mês de Março foi que registou maior precipitação.

**Grafico 6. Média Anual de precipitação (mm) em 2023.**

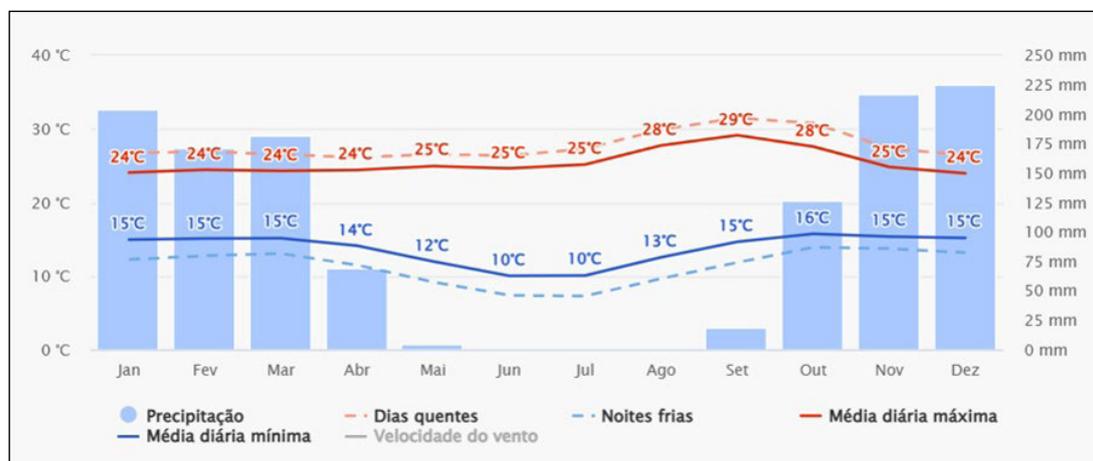


Fonte: INAMET (2024).

A análise de frequência nos gráficos, permite observar uma correspondência entre anos bissextos (2020) como extremos de chuva e os anos não bissextos (2018, 2019, 2021, 2022 e 2023) como média precipitação. Neste caso, cabe ressaltar que inundações podem ocorrer em função da alta frequência de chuva (acumulando volume anual), como também de eventos extremos isolados, que podem contribuir para um volume anual alto.

O Gráfico 7 do ano bissexto de 2024, especificamente nos meses de Outubro-Novembro, verificou-se um aumento extremo do índice de precipitação na cidade do Huambo, tendência que, continuou nos meses de Janeiro e Fevereiro.

**Gráfico 7.** Média Anual de precipitação (mm) em 2023.



Fonte: INAMET (2025).

A “máxima diária média” (linha vermelha contínua) mostra a média da temperatura máxima de um dia para cada mês para a cidade do Huambo. Da mesma forma, “mínima diária média” (linha azul contínua) mostra a média da temperatura mínima. Os dias quentes e noites frias (linhas vermelhas e azuis tracejadas) mostram a média do dia mais quente e da noite mais fria de cada mês nos últimos 30 anos.

O gráfico da precipitação é útil para planejar efeitos sazonais, tais como a estação de chuvas na África. As Precipitações mensais neste ano bissexto, estão acima de 200 milímetros, com uma tendência de aumento nos meses de Março-Abril. A quantidade de precipitação simulada em regiões tropicais e terrenos complexos tendem a ser menores do que as medições locais.

Comparadas de modo separado, as atividades humanas podem ser considerados como desprezíveis dentro de uma perspectiva global e de tempo geográfico (natural), mas a acção conjunta destas, juntamente com outros agentes atmosféricos, podem ser significantes (Elik *et al.*, 2013). Os processos naturais são lentos, ao serem comparados com a influência do homem. Apesar de a influência humana ocorrer dentro de um período de tempo natural relativamente curto, o seu efeito acumulado e “repentino” pode ser mais forte do que o de agentes naturais, mais lentos.

Diante das incertezas apresentadas, não sabemos ao certo se o aquecimento global é provocado por homem, ou se estamos vivendo em um período de aumento de precipitações natural de um período interglacial. Estas incertezas podem ser, por si só, consideradas como ameaças por décadas (Eerola, 2003). Ao se iniciar, uma mudança climática é difícil de ser impedida ou interrompida. A transição a um período de efeito-estufa pode ocorrer

de repente e não aos poucos. As conseqüências disto ao homem e ao meio ambiente podem ser catastróficas.

## Considerações Finais

A alteração da atmosfera e do meio ambiente por um agente pode alterar a totalidade de modo surpreendente, ou seja, mesmo um único agente pode provocar conseqüências imprevisíveis e indesejadas de efeito retardado e de longo prazo. Infelizmente temos aprendido muitas vezes a conhecer os efeitos colaterais de certos fenômenos justamente quando estes resultaram em conseqüências danosas, ou até em catástrofes. Não sabemos ao certo o que vai acontecer. Tudo influencia tudo e a teoria do caos pode também ser válida na questão das mudanças climáticas. Apesar de as nossas emissões de gases de efeito estufa possam ser consideradas insignificantes na escala do planeta, somos, mesmo assim, um agente geológico.

Dessa forma, estes resultados podem contribuir na prevenção a desastres naturais, eventos recorrentes nas áreas urbanas da região em períodos chuvosos e/ou de extremos de chuva, especialmente as mais vulneráveis, assim como seus efeitos para a economia da região, especialmente na agricultura, ano em que o excesso de chuvas afetou a agricultura catarinense, com quedas no rendimento e perda de qualidade da produção.

Os dados apresnetados podem ajudar na tomada de decisões, relativamente no planejamento do ano agrícola em função dos anos bissextos e não bissextos, aumentando a quantidade de investimentos no sector, tendo em conta o índice de precipitações que vai se prever nos referidos anos.

A nossa evolução também foi influenciada pelas mudanças climáticas. Esta ocorreu durante a alternância de períodos glaciais e interglaciais. Enquanto aguardamos por uma nova glaciação, chegou ao homem o tempo de tentar usar a sua inteligência, gerada e moldada pelos processos biológicos e geológicos e tentar atuar de modo a reduzir a possibilidade da influência antrópica e dos seus efeitos com as suas próprias ações. Estas ações são as reduções no consumo de combustíveis fósseis, pesquisa de fontes energéticas alternativas, pesquisa interdisciplinar de mudanças climáticas, reciclagem e maior respeito ao meio ambiente. Isto depende de todos nós, incluindo os geógrafos.

## Referências

- ALMEIDA, F.F.M. de; Carneiro, C.D.R. Geleiras no Brasil. **Ciência Hoje** 19 (112): 24-31. Beck, U. 1992. *The risk society. Towards a new modernity*. London: Sage.
- BRACCINI, B. Z. **O Poder Público e as mudanças climáticas: breve avaliação sobre a estrutura e os instrumentos adotados**. 2010. Brasil. Disponível em: <<http://www.planetaverde.org/mudancasclimaticas>>. Acesso em: 13 jun. 2024.

EEROLA, T. From ophiolites to glaciers? Review on geology of the Neoproterozoic-Cambrian Lavras do Sul region, southern Brazil, 1995. In: Autio, S. (ed.) Geological Survey of Finland Current Research 1993-1994. **Geological Survey of Finland**, Special Paper 20: 5-16.

EEROLA, T. Climate changes at the Neoproterozoic-Cambrian transition. In: Zhuravlev, and Riding, R. (Eds.) **The Ecology of the Cambrian Radiation**. Columbia University Press, New York, 2001, pp. 90-106.

EEROLA, T. Let it burn? More emissions for the debate on climate change (em finlandês, com sumário em inglês). **Geologi** 4-5, 124-127. 2003.

ELIK.; PITZ, J. W.; NEVES, L. de O.; HAVEROTH, R.; E. C. de OLIVEIRA. Análise da distribuição da frequência de precipitação em diferentes intervalos de classes para rio do sul/sc. **enciclopédia biosfera**. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.16, p.106, 2013. Ferreira, P. M. **Alterações climáticas e Desenvolvimento**. 2017. Lisboa: FEC - Fundação Fé e Cooperação e IMVF - Instituto Marquês de Valle Flôr Esta.

HEUBES, J.; SCHMIDT, M. STUCH, B.; GARCÍA MÁRQUEZ, J. R.; WITTIG, R., ZIZKA, G.; HAHN, K. . The projected impact of climate and land use change on plant diversity: An example from West Africa. **Journal of Arid Environments**, 96, 48–54. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2013.04.008>.

HOFFMAN, P.F.; KAUFMAN, A.J.; HALVERSON, G.P.; SCHRAG, D.P. A Neoproterozoic snow-ball Earth. **Science**, v. 281, 1998 pp. 1342-1346.

HYDE, W.T.; CROWLEY, T.J.; BAUM, S.K.; PELTIER, W.R. Neoproterozoic “snowball Earth” simulations with acoupled climate/ice-sheet model. **Nature**, v. 405, pp. 425-429, 2000.

KLARE, M.T. **Resource Wars** – The new landscape of global conflict. New York: Metropolitan Books, 461 p. 2001.

JINGA, P.; ASHLEY, M. V. Climate change threatens some miombo tree species of sub-Saharan Africa. **Flora**, 257(February), 151421. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151421>, 2019.

JURAS, I. A. G. M. **Mudança do clima**: principais conclusões do 5º Relatório do IPCC. Brasília: Câmara dos Deputados/Consultoria Legislativa, 2013. Disponível em: <[http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema14/2013\\_24881.pdf](http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema14/2013_24881.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2024.

INAMET. **Dados Meteorológicos da Província do Huambo**. 2024.

IPCC: **Climate Change 2007**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2014: **Sumário para os tomadores de decisão do Quinto relatório de avaliação**.

Traduzido por Iniciativa Verde, São Paulo, 2015. Disponível em: <[http://www.iniciativaverde.org.br//lib/php/download.php?p?cfg=1&arq=produtos/37\\_2015\\_05\\_04\\_relatorio\\_ipcc\\_portugues.pdf&mde=ProdItem&cod=37](http://www.iniciativaverde.org.br//lib/php/download.php?p?cfg=1&arq=produtos/37_2015_05_04_relatorio_ipcc_portugues.pdf&mde=ProdItem&cod=37)>. Acesso em: 25 ago. 2015.

MACÍAS G. L. F. **El derecho del cambio climático: un nuevo paradigma del derecho?**. 2010. Colômbia. Disponível em: <<http://www.planetaverde.org/mudancasclimaticas>>. Acesso em: 13 jun. 2024.

MANUEL, N. M. **Origem e Evolução do Nosso Calendário**, 1992, edição do OAL.

MOREIRA, A. I. da R.; RAMOS, M. da C. P. **Alterações climáticas e suas consequências: deslocamentos populacionais forçados**, 203–219, 2016.

RICHARDS, E. G. (1998). **Mapping time: the calendar and its history**, 1998, Oxford University Press

ZHURAVLEV, A.Y.; Riding, R. **The ecology of the Cambrian radiation**. New York: Columbia University Press, 525 p. 2001



Rio Pacaás Novos/RO

Autor: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO)