

INSTITUTO FEDERAL MINAS GERAIS – *CAMPUS* GOVERNADOR VALADARES
Técnico em Meio Ambiente

**JOÃO VITOR SANTANA DA SILVA
LETÍCIA DOURADO DE OLIVEIRA**

MUDANÇAS CLIMÁTICAS ANTRÓPICAS OU NATURAIS

Governador Valadares
2014

INSTITUTO FEDERAL MINAS GERAIS – *CAMPUS* GOVERNADOR VALADARES
Técnico em Meio Ambiente

MUDANÇAS CLIMÁTICAS ANTRÓPICAS OU NATURAIS

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Técnico em Meio Ambiente, modalidade integrado, do Instituto Federal Minas Gerais –*Campus*Governador Valadares, como pré-requisito para obtenção de título de técnico em Meio Ambiente.

Orientador: Prof. DS.cFulvioCupolillo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. DESENVOLVIMENTO	20
3. CONCLUSÃO	24
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

O Clima pode ser definido como o conjunto de condições meteorológicas (temperatura, umidade, chuvas, pressão e ventos) que mantêm características comuns em uma determinada região. As mudanças climáticas são uma alteração temporária nessas características e aconteceram diversas vezes no passado, por causas naturais e/ou ações antrópicas.

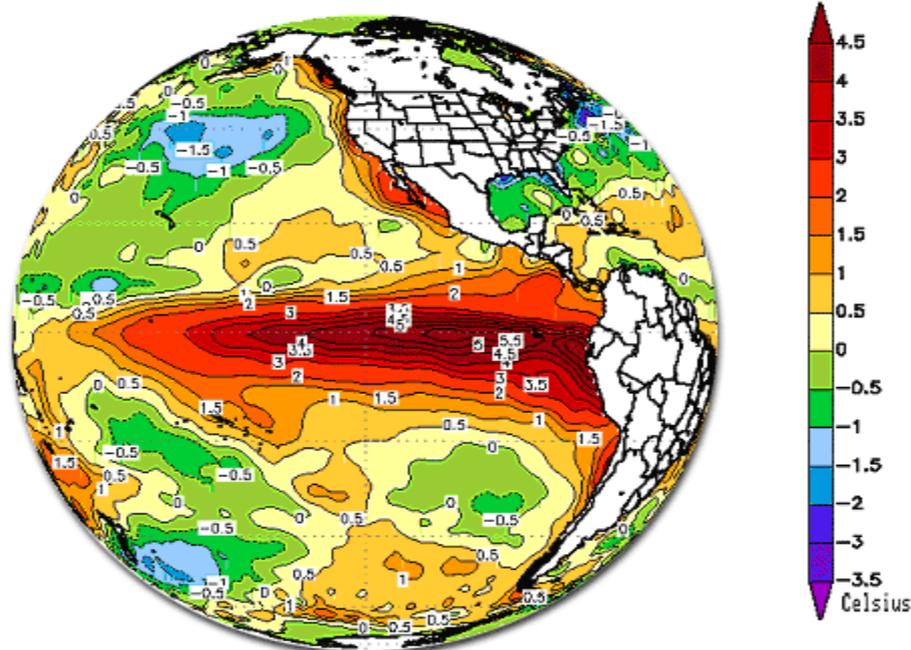
De fato, o clima é inconstante e nem sempre o foi como é nos dias atuais, há registros de mudanças climáticas globais e regionais que comprovam tais variações. No passado, a climatologia baseava-se exclusivamente em observações dos fenômenos naturais e das conclusões importantes feitas a partir delas. Seria interessante compreendermos, o progresso dos estudos na área da climatologia fazendo um retrospecto, passando por vários estudiosos, desde a divisão do globo em zonas tórridas, temperadas e frígidas, e por descobertas posteriores que afirmavam que as variações climáticas passavam também por áreas irregulares afetadas pela circulação geral da atmosfera e outros fatores referentes à configuração de oceanos e continentes. No entanto, somente em meados do século XVII, que teve início ao método científico com a invenção do barômetro somada à invenção do termômetro é que registram-se uma grande revolução dos estudos do tempo e do clima podendo destacar: a relação entre pressão e volume dos gases; o uso da média aritmética para estudar a evolução diária e anual dos elementos climáticos; o enfoque cartográfico da climatologia; a introdução da análise dos ventos; os conceitos de massa de ar; o uso das equações para expressar perdas e ganhos de calor pela superfície da terra exposta à radiação solar e a teoria da convecção aplicada aos ciclones. Somado a essa grande e rica evolução dos estudos climáticos ao longo dos anos, destaca-se o grande desenvolvimento tecnológico do último século, que trouxe para a climatologia avanços extraordinários na coleta e disseminação de dados, com o advento dos supercomputadores abrindo fronteiras para a modelagem numérica (VIANELLO, 2008).

De acordo com estudos contemporâneos, no ano de 1500, após uma periodicidade muito forte de seca que durou aproximadamente 26 anos houve o primeiro fenômeno de El Niño fenômeno caracterizado pelo aquecimento das águas do Pacífico. No entanto pouca coisa há registrada sobre os grandes acontecimentos climáticos desta época, uma vez que tais fenômenos eram explicados através de crenças mitológicas de representações simbólicas, o que muito dificulta a compreensão humana (SILVA, 2000).

El Nino, palavra derivada do espanhol, referente à presença de águas quentes que todos os anos aparecem na costa norte do Peru na época de natal, é um componente do sistema climático global, caracterizado pela interação entre a superfície dos oceanos e a baixa atmosfera adjacente a ele. Os processos de troca de energia e umidade entre eles determinam o comportamento do clima, e alterações destes processos como o aquecimento anormal das águas superficiais e sub-superficiais do Oceano podem afetar o clima regional e global, pois com esse aquecimento do oceano e com o enfraquecimento dos ventos, começam a ser observadas mudanças da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade, e portanto variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas. Em algumas regiões do globo também são observados aumento ou queda de temperatura como se pode observar em dezembro de 1997, no pico do fenômeno El Niño 1997/98 (FIGURA 1). De acordo com OLIVEIRA (1999):

“O episódio El Niño no ano de 1997 ocasionou intensa seca na região da Indonésia. A população, em muitas regiões, utilizava mascarar, pois tamanhos eram os índices de poluição na região, provocados pelas queimadas e pela poluição das grandes cidades. Por causa disso, foram registrados alguns acidentes por falta de visibilidade. No Brasil, observaram-se enchentes nos Estados da região Sul. No ano de 1998. Ocorre grande seca em Roraima que provocou uma das piores queimadas da região.”

FIGURA 1 – ANOMALIA DE TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR
DEZEMBRO DE 1997

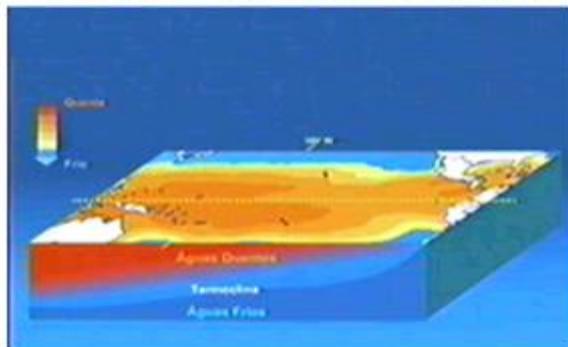


FONTE: OLIVEIRA, 2001.

A ressurgência diminuiu bastante em épocas de El Niño devido a diminuição dos ventos alísios, o que provocava a diminuição de nutrientes e micro-organismos disponíveis que acarretava o desaparecimento de peixe e pássaros que deles se alimentam.

Para compreender o fenômeno El Niño é necessário acompanhar as variáveis que atuam na superfície, como vento pressão e temperatura, como a costa oeste da América do Sul (AS) até o oceano Índico a leste da Austrália. O resfriamento atinge o ponto Máximo quando os ventos Alísios sopram a uma velocidade de 10 a 15 m/s no sentido AS/Austrália, continuando soprando enquanto houver realimentação na parte superior do sistema de alta pressão centrado próximo ao Taiti, substituindo o sistema de baixa pressão em Darwin (Austrália) recebendo lentamente as massas de ar, fica sobre o domínio de um sistema de alta pressão. A medida que os ventos vão soprando e varrendo a superfície oceânica e acumulando a camada de água superficial quente nas proximidades da Austrália a termoclina (massa de água em condições isotérmicas e espessura aproximada de 200 metros) se aprofunda, proporcionando condições termodinâmicas que caracterizam o El Niño (FIGURA 2).

FIGURA 2 – CONDIÇÕES DE EL NIÑO



FONTE:

Segundo OLIVEIRA (1999), os componentes do El Niño que atingem as regiões brasileiras estão diretamente relacionados as condições climáticas de cada região. Na região Norte, a circulação atmosférica, sofre alteração pelo deslocamento da célula de Walker cujo sistema convectivo se desloca mais para o oeste e a parte subsidente da célula passa a atuar no litoral norte do Brasil tornando-se mais forte chegando a 10 °C/km de decida, cada vez mais quente e seca, escoa por toda região provocando altos índices de aridez atingindo ate a região nordeste. Tais condições diminuem em quase 90% as chuvas, expondo a região à um continuo risco de incêndio devido a formação de grande quantidade de matéria seca próxima a superfície.

Essas condições sinóticas quando atingem o nordeste, provoca longo período de seca, com o agravamento das condições sociais nos centros urbanos e no interior, dada a sua posição geográfica o nordeste é uma região de baixo índice pluviométrico. Por esta razão, sua agricultura, é sempre de subsistência, uma vez que as secas aperiódicas assolam toda a região. É importante ressaltar a respeito de clima e mudanças climáticas, que o fenômeno das secas não foram puramente consequência do desmatamento provocado pela manutenção dos engenhos de cana de açúcar desde o século XVII, uma vez que o desmatamento foi uma agressão ecológica sobre a região com consequência ao ambiente, no entanto não se pode afirmar que houve mudanças climática resultantes desta ação, pois tais mudanças são resultados da ação de um conjunto de fatores físicos e forças internas e externas em uma região.

A parte leste do Brasil, segundo SILVA (2000), é a região por onde as frentes avançam com tendência a dissipação no continente e no oceano, o que dependerá

das condições termodinâmicas da atmosfera superior. A linha de confluência que vai do sul do Maranhão e do Piauí, oeste e sul da Bahia, sul do Tocantins, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo, formada pela convergência dos ventos anti – horário de nordeste e dos ventos horário de NW Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), pode permanecer estacionado por dias, provocando chuvas contínuas horas pesadas, trazendo distúrbios nas diversas atividades humanas destes estados.

As características do tempo nestas zonas são mais instáveis, com nebulosidade baixa e muito densa, chuvas contínuas e visibilidade reduzida. Conseqüentemente há enchentes em toda à bacia hidrográfica de Minas Gerais. Além dos desabamentos de barreiras nas estradas, perdas de agriculturas e deslocamento de populações periféricas e outros danos.

A componente do El Niño que atinge a região, gera um forte aquecimento durante a ocorrência do episódio ENSO, tornando a atmosfera instável com ocorrência de chuvas fortes com vento e queda de granizo. Na agricultura as conseqüências são desastrosas além das enchentes, transbordamentos de rios ocasionados pelas chuvas fortes e irregulares gerando enormes dificuldades da pecuária regional do pantanal.

Na região sul a influência de vários fatores associados à circulação da América do Sul. Nos anos de ocorrência do El Niño a componente quente associada a fatores locais, aumenta a instabilidade atmosférica provocando chuvas torrenciais, trazendo grandes perdas na agricultura com precipitações de 300% acima do normal.

Os sistemas atmosféricos que atuam no centro oeste são de origem tropical e extratropical. No Brasil, a região amazônica sofre influência dos sistemas que atuam na parte norte. Fatores dinâmicos de grande e meso-escala interagem na formação na linha de estabilidade que atuam na região.

Os impactos ambientais do El Niño no Brasil e no mundo referem-se sobre tudo a grande porção de águas quentes afetando profundamente a vida marinha, ocasionando o abandono dos pássaros marinhos a seus habitats, mortes de 25% de focas e leões marinhos adultos e todos os filhotes; espécie de peixes foram quase totalmente dizimados; alagamento da região desértica entre outras conseqüências.

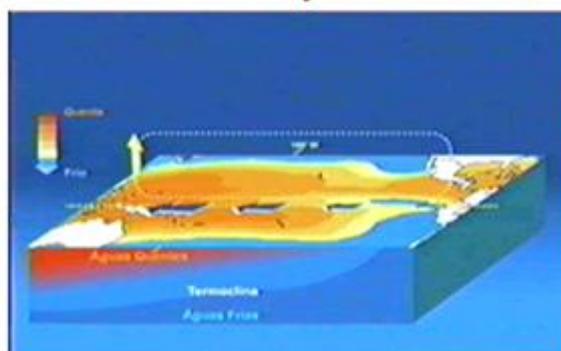
De acordo com Barber (1983) apud Silva (2000) um aumento da temperatura

das águas, provocada pelo fenômeno El Niño pode alterar significativamente mais do que se espera todo ciclo biológico e a sua relação com a atmosférica, um exemplo é a alteração nas comunidades de zooplâncton, peixes, focas, pássaros marítimos. Na América Latina sua diversidade climática são na sua maioria enchentes ou secas.

“A primeira e mais imediata consequência do ENOS é sentida pelos países na costa oeste da América do Sul, como Equador, Peru e Chile. Nas regiões desérticas costeiras desses países verifica-se intensa precipitação que causa grandes transtornos a uma população adaptada a condições de extrema aridez. Além disso, o aquecimento das águas costeiras afugenta os cardumes de peixes abundantes nessa região, perturbando a economia dessas nações. Porém, os efeitos do El Niño não se limitam aos países ao longo da costa oeste da América do Sul, uma vez que esse é um fenômeno de escala global que interage com outros sistemas de larga escala através de tele conexões (propagação de energia). Ele enfraquece o sistema de monções na Índia, inibindo as chuvas de verão nessa região. Constata-se também o aumento de enchentes no oeste dos Estados Unidos, em função da alteração de um padrão atmosférico que ocorre no Hemisfério Norte, conhecido como PNA (Pacific North America), e a intensificação da seca no sudeste da África segundo WMO (1985) apud CUPOLILLO (2008).”

Diferente do que ocorre no evento El Niño, quando os ventos alísios se tornam mais intensos a ressurgência aumenta e ocorre um processo de resfriamento das águas superficiais no oeste do Oceano Pacífico, que é chamado La Niña (FIGURA 3). Eventos La Niña ocorreram em maior intensidade nos anos 1988/89, 1995/96 e 1998/99.

FIGURA 3 – CONDIÇÕES DE LA NIÑA



FONTE:

Os climas da terra são controlados e mudam em função de diferentes fatores. Portanto, esses fatores devem ser analisados cuidadosamente antes de se afirmar

que a causa básica do aquecimento do sistema climático e suas derivadas alterações é o aumento dos teores de CO₂ de origem antrópica. Não a duvida que nos últimos 150 anos a temperatura média global vem aumentando. O IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) acredita que o aumento das temperaturas seja, na sua quase totalidade, em função do aumento da concentração de gases na atmosfera, colocando em evidência o CO₂.

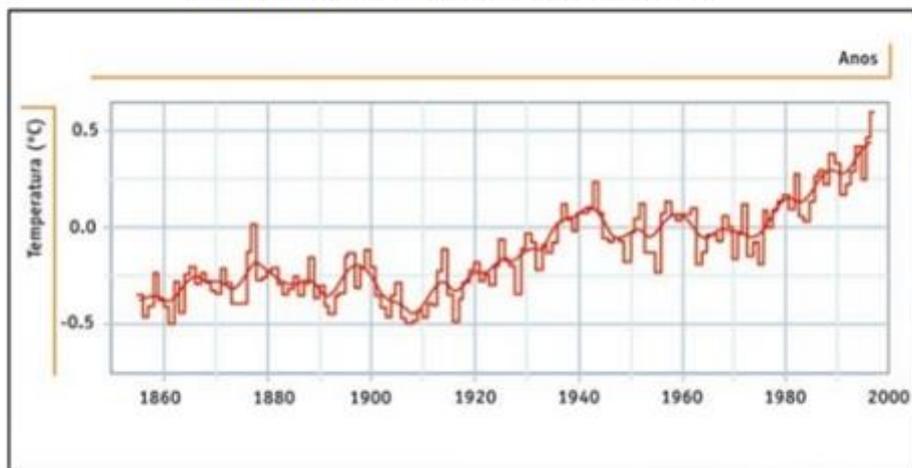
De acordo com ESTEIKEN (2012) a divulgação de que o aumento da concentração de CO₂ seja a causa do aquecimento global foi umas das formas que a mídia encontrou para responder o porquê que a temperatura mundial esta mudando. Embora não haja um consenso sobre esse assunto, existem aqueles que acreditam que o CO₂ é sim o causador da elevação das temperaturas, assim como aqueles que não concordam que este seja o causador das mudanças climáticas e afirmando que o planeta caminha para um período de resfriamento.

O Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas (IPCC, 2001) define mudança climática como as mudanças temporais do clima em razão da variabilidade natural e/ou resultantes de atividades humanas.

De acordo com essa informação, os efeitos desse aumento de temperatura seriam catastróficos, e as consequências seriam a expansão volumétrica da água dos oceanos associadas ao degelo parcial das calotas polares que aumentaria os níveis dos mares entre 0,2 e 0,6 m. Decorrente disso cerca de 60% da população que vive em região costeira teria que ser realocada.

Desde 1850 fica evidente os desvios de temperatura do ar do globo se comparado com a média global no período de 1961-1990 (Figura 5). A variabilidade da temperatura do ar até a década de 1920 não era muito expressiva, observando que as variações eram somente anuais. De 1920 até 1946 foi notado um aumento de cerca de 0,4 °C e de 1947 até 1976 a temperatura do ar começou a cair, resfriando cerca de 0,2 °C. A partir de 1977 foi registrado um aumento de 0,3 °C.

FIGURA 4 - DESVIOS DA TEMPERATURA MEDIA GLOBAL COM RELAÇÃO À MÉDIA DO PERÍODO DE 1961-1990



FONTE: JONES E COLABORADORES (1999) APUD MOLION (2004).

Por ser muito complexo, é difícil separar os efeitos das atividades humanas no clima e a sua variabilidade natural. O sistema climático não é ainda compreendido em sua totalidade e dinâmica.

A preocupação real com os efeitos da ação antrópica veio na década de 1980, no auge do desmatamento de florestas, a redução da camada de ozônio e a concentração de CO₂ (ESTEIKEN, 2012). Com base no aumento da quantidade de CO₂ foi criado, em 1988, pela UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) e OMM (Organização Meteorológica Mundial) o IPCC, que tinha como objetivo:

- Avaliar as informações científicas existentes sobre a mudança do clima;
- Avaliar os impactos ambientais e socioeconômicos da mudança do clima;
- Formular estratégias de resposta a esses impactos.

O IPCC é conhecido por seus relatórios de avaliação (ARs). Desde que foi criado foram publicados quatro relatórios:

- AR1: publicado em 1990 serviu de base para a negociação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudanças Climáticas;
- AR2: de 1995 atualizou informações do AR1 e incluiu a nova área de questões temáticas relacionados com os aspectos econômicos da mudança do clima;
- AR3: publicado em 2001 serve para afirmar que “há novas e mais fortes evidências de que a maior causa do aquecimento global observada nos

últimos 50 anos é atribuível a atividades humanas”, este também fez previsões para os próximos 100 anos, onde a temperatura média global aumentaria entre 1,4°C e 5,8°C e que os mares iriam aumentar entre 0,09 e 0,88 m devido à expansão térmica dos oceanos e o derretimento das calotas polares, e;

- AR4: de 2007 que fez uma revisão da literatura científica sobre mudanças climáticas publicada em 2001, segundo este a temperatura continuaria a crescer de 0,1°C por década, nas próximas duas décadas, e chegaria a estar 0,6°C mais alto no período de 2090 à 2099 em relação a 1980-1999.

Uma das ferramentas utilizadas para investigar as possíveis causas do aumento das temperaturas no século XX é o chamado Modelo de Clima Global (MCGs). Onde se utiliza equações matemáticas para prescrever as leis físicas que regem os processos físicos diretos da atmosfera. Um dos cientistas que defendem a MCGs é Oliveira (2008), afirmando que estes são módulos bastantes confiáveis para fazer estimativas de mudanças futuras. Segundo MOLION (2008) apud ESTEIKEN (2012):

os resultados das previsões realizadas pelos MCGs fossem considerados, o aumento de 35% na concentração de CO₂ na atmosfera, observado nos últimos 150 anos, já deveria ter provocado um incremento na temperatura média da terra entre 0,5°C e 2°C. Porém, segundo o “Sumário para Formuladores de Políticas” o AR4 do IPCC, o aumento observado está entre 0,4°C e 0,7°C.

O 5º e recente relatório do IPCC revela que a temperatura global poderá aumentar cerca de 4,8°C neste século, que, trará consigo conseqüências como o aumento significativo de cerca de 82 centímetros no nível do mar afetando regiões costeiras de todo o globo. Essa afirmação foi feita pelos cientistas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas no dia 27 de setembro, na primeira parte do 5º relatório. Segundo ARTAXO (2013) apud TOLEDO (2014):

Para fazer a previsão do aumento da temperatura são necessários dois integrantes básicos: um modelo climático e um cenário de emissões. No quarto relatório também foram simulados quatro cenários, mas se levou em conta apenas quantidade de gases de efeito estufa emitida. Neste quinto relatório, nós usamos um sistema mais completo, que leva em conta os impactos dessas emissões, ou seja, o quanto haverá de alteração no balanço de radiação do sistema.

No AR5 do IPCC afirma, com 90% de probabilidade, que durante o século 21 a taxa de elevação dos oceanos será maior que o período entre 1971 e 2010. Segundo o IPCC as principais causas seriam devido à expansão térmica resultante do aumento da temperatura e o derretimento das geleiras. Conforme o oceano esquenta, ele perde sua capacidade de absorver o dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera o que acarretará com o aumento da concentrações desse gás. Se a atual emissão continuar como está poderá ocorrer uma aceleração das concentrações desses gases.

Em todos os cenários apresentados pelo IPCC, as concentrações de CO₂ serão maiores em 2100, em decorrência do aumento acumulativo das emissões no século 20 e 21. Como os oceanos também vão absorver parte do CO₂ proveniente das ações antrópicas, é previsto que haverá acidificação dos oceanos. Num dos melhores cenários o pH das águas oceânicas terá uma queda de 0,06 e 0,07. Na pior das hipóteses uma queda de 0,39 e 0,32. Ainda ARTAXO (2013, citado por TOLEDO, 2014):

A água do mar é alcalina, com pH em torno de 8,12. Mas quando absorve CO₂ ocorre a formação de compostos ácidos. Esses ácidos dissolvem a carcaça de parte dos microrganismos marinhos, que é feita geralmente de carbonato de cálcio. A maioria da biota marinha sofrerá alterações profundas, o que afeta também toda a cadeia alimentar.

O IPCC reconhece uma queda na taxa de aquecimento do planeta nos últimos 15 anos – passando de 0,12°C por década (1951 a 2012) para 0,05°C (1998 à 2012). Essa mudança, segundo o IPCC, pode ter ocorrido por causa de dois fatores: a maior absorção de calor das águas profundas e a maior frequência de fenômenos La Niña, que podem alterar a taxa de transferência de calor da atmosfera aos oceanos.

Acredita-se que a quantidades de dias e noites frias diminuíram enquanto que o de dias e noites quentes aumentou. Acredita-se também que o degelo vem aumentando cerca de 3,5% e 4,1% por década entre 1979 e 2012, com 90% de certeza. O IPCC afirma que é “extremamente provável” que a influência humana sobre o clima causou mais da metade do aumento da temperatura observado entre 1951 e 2010.

Desde 1958 a concentração de CO₂ aumentou cerca de 20% e em 1750 cerca de 40%. Esse aumento ocorreu, segundo o IPCC, em decorrência das atividades humanas que consistem na queima de combustíveis fósseis e do desmatamento, havendo uma pequena participação da indústria de cimento.

Os efeitos das mudanças climáticas já estão sendo sentidos, não é algo para o futuro. O aumento de ondas de calor, da frequência de furacões, das inundações e tempestades severas, das variações bruscas entre dias quentes e frios provavelmente está relacionado ao fato de que o sistema climático está sendo alterado (ARTAXO, 2013 apud TOLEDO 2014).

O IPCC afirma que mesmo que as emissões cessassem ainda assim causariam danos persistentes. Sendo provável que 20% do CO₂ emitido permanecerá na atmosfera por mais de mil anos. Com isso, conclui-se que o que está mudando não é o clima só para a próxima década ou o fim do século, o CO₂ pode perdurar até 3000 anos, devido o processo de remoção deste da atmosfera ser bastante lento.

Pode-se argumentar, segundo VIANELLO (2008), que quanto ao aquecimento constatado pelo aumento da temperatura global, em inúmeras localidades têm ocorrido resfriamento, em contraste com o aquecimento de outras. Ainda, segundo ele, podem ter ocorrido problemas nas medições, devido à troca de instrumentos e em decorrência das ilhas de calor, além de séries de 150 anos serem muito curtas para captar variabilidades de prazo mais longo, ou seja, as séries utilizadas não possuem boa representatividade espacial e temporal. De acordo com VIANELLO (2008):

A variabilidade natural do clima é de alta complexidade, impossível de ser modelada no atual estágio do conhecimento científico, especialmente considerando as interações não-lineares. Os modelos de simulação de mudanças climáticas nada mais são que aproximações grosseiras da natureza, não se permitindo afirmar que variações da ordem de 0,5°C de aquecimento sejam em decorrência da intensificação do efeito estufa antropogênico ou mesmo que essa tendência persistirá nas próximas décadas.

Em análise com os registros históricos pode-se afirmar que nos últimos 500 milhões de anos ocorreram pelo menos cinco ciclos climáticos que tiveram variações de temperatura superiores a 20°C. Entre esses ciclos maiores, inúmeras variações de menor duração e intensidade podem ter ocorrido como o que foi observado ao

analisar os últimos 850 mil anos. Conforme a análise dos cilindros de gelo de Vostok, ocorreram quatro períodos glaciais, que, foram intercalados por períodos interglaciais quentes, que foram causados por fatores exógenos.

Entre períodos glaciais e interglaciais, as variações de temperatura podem ter chegado a 12°C e o nível do mar oscilado em torno de 100m, assim como o CO₂ e o CH₄ variaram também. Neste momento a Terra está chegando ao pico do último período interglacial, e embora não se saiba ao certo o quanto ainda a temperatura irá aumentar, acredita-se que em contradição ao que dizem as previsões dos modelos climáticos, em breve, as temperaturas começarão a declinar.

Os vulcões quanto ativos, possuem a capacidade de aumentar o albedo planetário, o que causa resfriamento significativo durante décadas. No período entre 1920 e 1950, a profundidade óptica da atmosfera esteve com os menores valores dos últimos 110 anos, o que diminuiu o albedo planetário e proporcionou maior entrada de radiação no sistema Terra-atmosfera, explicando o aquecimento ocorrido neste período.

Por causa da diminuição do albedo planetário os oceanos e a atmosfera se aqueceram, em decorrência disso a absorção do CO₂ pelos oceanos diminuiu consideravelmente, o que fez com que esse gás se acumulasse na atmosfera. Sendo assim, o aquecimento ocorrido nos oceanos e atmosfera que causaram o acúmulo de CO₂ e não o aumento de CO₂ que causou o aquecimento destes antes citados.

Embora haja uma credibilidade envolvendo o IPCC, em razão de neles estarem cientistas do mundo inteiro, é cada vez maior o número daqueles que questionam os resultados apresentados nos Relatórios de Avaliação, por exemplo, SENGIR e AVERY (2007), ALEXANDER (2009) e BELL (2011) apud ESTEIKEN (2012).

O IPCC (2001) afirma que devido à crescente e grande atividade econômica humana nas usinas termelétricas, veículos e indústrias, o século XX teria sido o mais quente do milênio. Mas Segundo MOLION (1995, 2001, 2008) “é provável que os Modelos de Clima Global (MCGs) não sejam adequados para tais previsões”. MOLION (2008) ressalta que, entre 1920 e 1946, a temperatura aumentou aproximadamente 0,4°C; entre 1947 e 1976, diminuiu cerca de 0,2°C, e; a partir de 1977, voltou a aumentar aproximadamente 0,4°C.

A razão pela qual a temperatura média global aumentou entre 1920 e 1946 foram, porque neste período estava ocorrendo à maior atividade solar dos últimos 400 anos de dados solares e a atividade vulcânica foi a mais fraca dos últimos 200 anos. Como consequência o albedo planetário diminuiu e a Terra se aqueceu naturalmente. No segundo período de aquecimento, 1977 em diante, o aumento pode ter sido em função da mudança de instrumentos meteorológicos ou da mudança do ambiente em torno das estações.

Merece destaque as chamadas “Ilhas de calor” que, podem ter influenciado nos registros de termômetros. Esta foi surgindo junto com o processo de urbanização, onde a vegetação vai sendo substituída por asfalto e concreto. A ilha de calor é formada, pois, ocorre o aumento da proporção da energia radiante disponível que é utilizada para aquecer o ar, pois uma vez que a vegetação foi retirada, existe pouca água para ser evaporada.

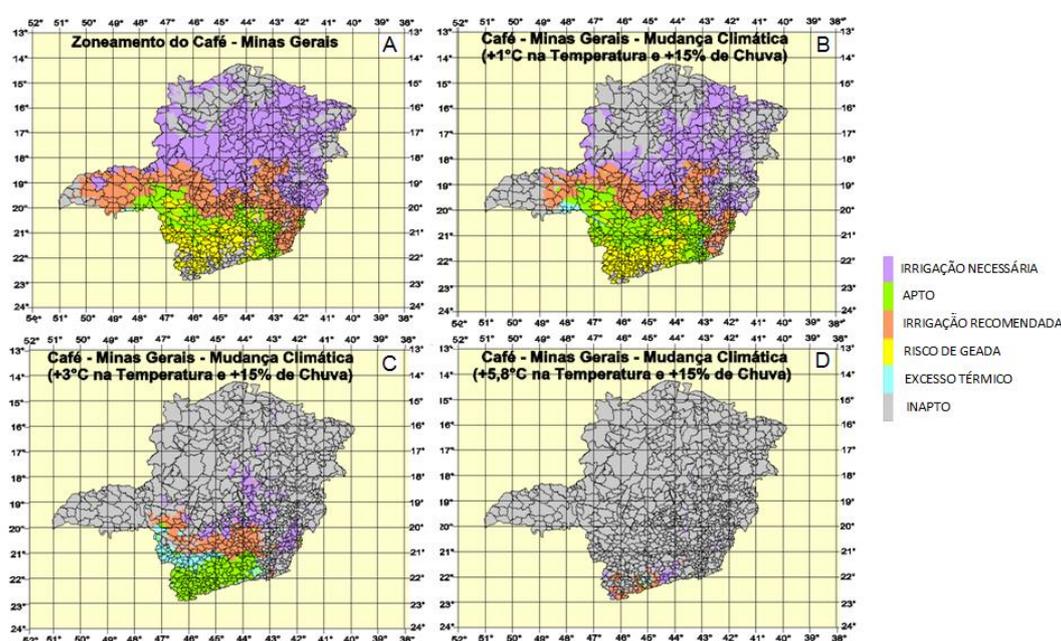
Não há nada que prove que o aumento da concentração de dióxido de carbono seja causado pelas atividades humanas ou mesmo que esse seja o causador do aquecimento diz MARUYAMA (2009) apud ESTEIKEN explicando de forma bem simples e esclarecedora, cada fator que causa as mudanças climáticas. MOLION (2008) apud ESTEIKEN (2012) também apresenta os mesmos argumentos para afirmar que não há nenhuma comprovação de que o CO₂ armazenado na atmosfera seja originado das emissões antrópicas.

Alguns defendem o ponto de vista de que, daqui pra frente, chegará uma época de resfriamento, que causará a diminuição gradual da temperatura na Terra. Estes explicam que numa interglaciação com esta que estamos vivendo e que esta na sua fase final é provável que estejamos mais próximos de uma nova era glacial do que de um aquecimento global.

Os impactos das mudanças climáticas na agricultura, portanto são alvo de estudos por estar diretamente relacionada com a questão da segurança alimentar. O clima do nosso planeta é dinâmico, marcado por períodos glaciais e interglaciais, mudanças associadas às relações Terra-Sol, sendo assim, o estudo e quantificação dos impactos na agricultura são de fundamental importância para o Brasil e em particular para MG, cuja economia baseia no agronegócio. Diante de dados alarmantes vale destacar insinuações acerca do desaparecimento de culturas

tradicionalmente mineiras como o café(FIGURA 6), em decorrências das mudanças climáticas, dados preocupantes.

FIGURA 5 – CAFÉ NORMAL (A); AUMENTO DE 1°C (B); AUMENTO DE 3°C (C); AUMENTO DE 5,8°C (D)



FONTE: EMBRAPA, FINEP, UNICAMP (2006)

Opróprio IPCC reconhece a limitação da aptidão dos cientistas ao fazer projeções a partir de modelos em função dos conhecimentos incompletos sobre as verdades climáticas. É incontestável o efeito estufa, desde 1824, fator responsável por um ganho de 3°C na temperatura mundial, a questão é saber de fato se o homem é capaz de influenciar involuntariamente o curso de evolução climática em escala planetária. Segundo Keller (1999 apud LEROUX, 2003, citado por VIANELLO,2008), “o vapor d’água representa 63% do efeito estufa natural, constituindo-se na maior incerteza associada á nebulosidade que pode tanto esfriar quanto aquecer a superfície da Terra”. Segundo MITCHELL (2007) apud VIANELLO (2008), “a influência demonstrada sobre o clima urbano permanece sendo uma especulação”. A premissa do IPCC(2007) de que o estudo paleoclimático dá uma ideia da amplitude das futuras gerações climáticas, apresentando questões polêmicas associadas à dúvida sobre relação entre os Gases de Efeito Estufa (GEEs) e a temperatura ser uma correlação física ou uma co-variação, sem significado físico; se o acréscimo do GEEs é uma causa ou um efeito do

aquecimento; se os cilindros de gelo de Vostok mostraram o paralelismo das variações de temperatura do ar e o teor atmosférico do GEEs.

Segundo MilanKovitch (1924 apud ROE, 2006, citado por VIANELLO, 2008) em seus estudos dos ciclos glaciais e interglaciais, os fatores astronômicos explicaram tais flutuações climáticas, demonstrando que ao ciclo de 100 mil anos(excentricidade da órbita), associaram-se a obliquidade da eclítica (41 mil anos) e a precessão dos equinócios (23 mil anos). Já MOLION (2007) atesta a hipótese de o aquecimento global está alicerçada em 3 pilares básicos: a série da temperatura média global do ar nos últimos 150 anos; o aumento observado na concentração do gás carbônico e os resultados obtidos com os modelos numéricos de simulação do clima, conforme estudos feitos por ele, o aquecimento constatado pelo aumento da temperatura global em inúmeras localidades têm sofrido resfriamento em contraste com o aquecimento de outras, além de ressaltar problemas relacionados com as medições, tais como trocas de instrumentos e efeitos de ilhas de calor, além de que séries de 150 anos são consideradas curtas para captar variabilidades para prazos mais longos.Em síntese, as séries utilizadas não possuem boa representatividade espacial e temporal além de problemas de homogeneidade.

Desde a origem da Terra, o clima está em permanente variação, no entanto há grande dificuldade em trabalhar na escala apropriada para monitorar e identificar tais variações. Com a polêmica criada em torno da contribuição antropogênica nas mudanças climáticas, os países em desenvolvimento e as regiões remotas, perceberam a necessidade de ampliar a rede de observações meteorológicas, no Brasil, o INMET vem atuando na atualização e ampliação da rede nacional de observações desde 2000, quando foram instaladas as primeiras unidades. Hoje conta-se com mais de 300 estações meteorológicas distribuídas pelo território nacional, com previsão de se chegar a 500 até 2008 (VIANELLO, 2008).

O Brasil deve investir recurso em pesquisas climáticas ao encargo da academia, usufruindo dos resultados, com o intuito de aplicá-los em sua atividades, apoiando instituições de extensão e pesquisa para o estabelecimento de centros especializados de monitoramento e na prática de ações preventivas contra ocorrências de eventos extremos, anomalias climáticas, desastres naturais, áreas em risco de desertificação, recuperação de áreas erodidas. Sugere-se, sobretudo na área de agrometeorologia o estabelecimento de parcerias com os órgãos de

pesquisas com vistas ao monitoramento agroclimático, ao zoneamento agrícola e à determinação de parâmetros de riscos naturais para a agricultura.

É importante ressaltar que o efeito das mudanças climáticas nos ecossistemas naturais coloca em foco que somente políticas de adaptação não resolvem. Com os impactos do aquecimento subsistem ameaças concretas de colapso de parte da floresta amazônica, especialmente nas suas porções central e oriental com erosão rica das biodiversidades. Aumentos a cima de 3 a 4 graus centígrados acarretará um impacto devastador na rica diversidade biológica da floresta e do cerrado. Estima-se que 50% das espécies arbóreas do cerrado e 90% das espécies arbóreas da Amazônia oriental corre risco de desaparecimento.

A questão ética das mudanças climáticas é uma questão básica de ética e justiça. Podemos observar que as pessoas que vão sofrer os mais desastrosos impactos, são exatamente aquelas que menos contribuíram no passado e que irão contribuir no futuro com o aquecimento global. Os países mais pobres serão atingidos duramente evidenciando a necessidade de um “Protocolo de Kyoto” para o aumento da capacidade de adaptação de países desenvolvidos às mudanças climáticas.

Neste estudo objetiva-se conhecer e discutir sobre as mudanças climáticas antropogênicas ou naturais, visando demonstrar as diferenças de paradigmas sobre o assunto proposto. Especificamente serão discutidos os resultados contraditórios encontrados pelo INMET e pela EMBRAPA.

2. DESENVOLVIMENTO

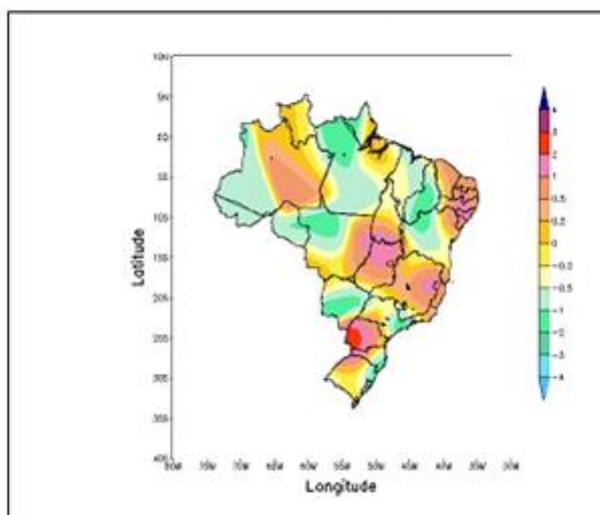
A metodologia desse trabalho foi desenvolvida com base na disciplina de Climatologia e Poluição Atmosférica no curso técnico integrado em meio ambiente e inspirado em pesquisas bibliográficas no campo das mudanças climáticas naturais e antrópicas.

Para que sejam alcançados os objetivos do trabalho, realizamos vários levantamentos bibliográficos sobre as causas e impactos das mudanças climáticas. O primeiro estudo foi sobre as causas naturais e antrópicas do aquecimento global segundo ESTEIKEN (2012). Em seguida, relatamos sobre os mitos relacionados ao aquecimento global de acordo com MOLION (2004). Definimos o que é o clima e o que são as mudanças climáticas segundo JURAS (2008), além de apresentar relatórios de avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) de acordo com NOBRE (2008).

Analisamos os eventos El Niño, La Niña e Oscilação Sul, que por sua vez são fenômenos que causam mudanças que afetam todo o globo de acordo com OLIVEIRA (2008), SILVA (2000) e CUPOLILLO (1997). Analisamos também, segundo CUPOLILLO (2008), a influência dos oceanos tropicais e a interação deste com a atmosfera.

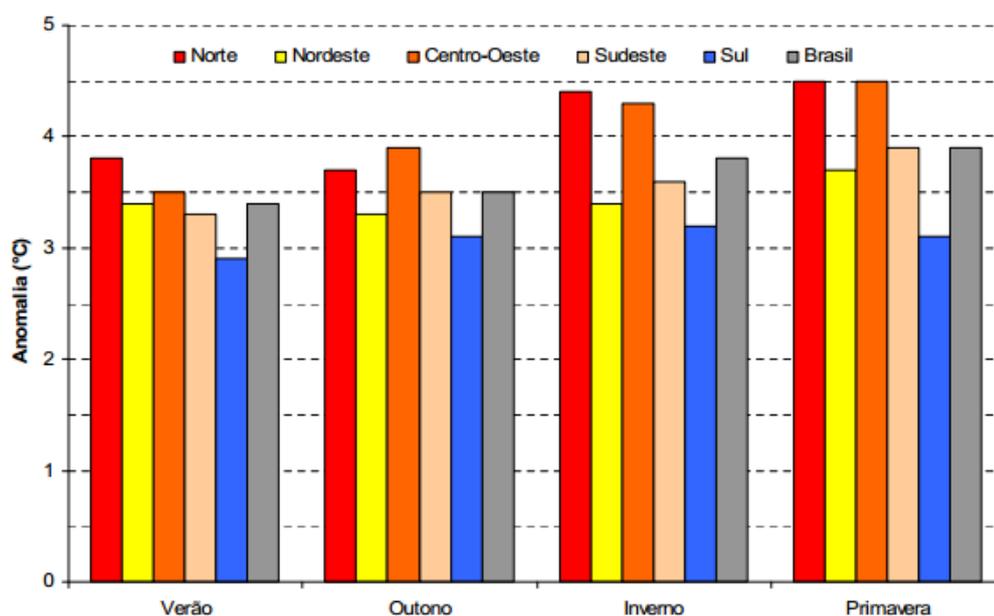
É notório que, comparando a figura 6 e o gráfico 1, ocorrem equívocos no cenário da temperatura da região nordeste e região sudeste. Segundo o INMET, a temperatura média anual vai variar de -2 à $+1^{\circ}\text{C}$ enquanto que de acordo com a EMBRAPA a temperatura média anual irá sofrer uma variação de aproximadamente $+3^{\circ}\text{C}$ na região nordeste. Na região sudeste, segundo o INMET, a temperatura média anual irá sofrer uma variação de -1 à $+2^{\circ}\text{C}$ enquanto que de acordo com a EMBRAPA a variação será de $+3,5^{\circ}\text{C}$.

FIGURA 6 - TEMPERATURA MEDIA ANUAL
DIFERENÇA ENTRE AS NORMAIS DE 1961-90 E 1931-60



FONTE: INMET

GRÁFICO 1 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR DO BRASIL AO LONGO DOS MESES DO ANO
PARA O CLIMA DO PERÍODO DE 1961-1990 E FUTURO DE 2071-2100.

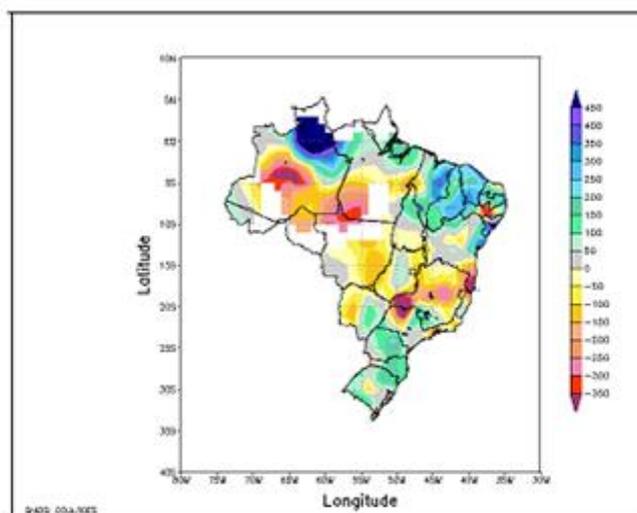


FONTE: EMBRAPA, IPCC (2007).

Podemos observar uma divergência ao analisarmos imagens referentes aos estudos da pluviosidade e da temperatura, publicados pelo INMET e EMBRAPA, destacando as regiões nordeste e sudeste. A figura 7, refere-se ao desvio de

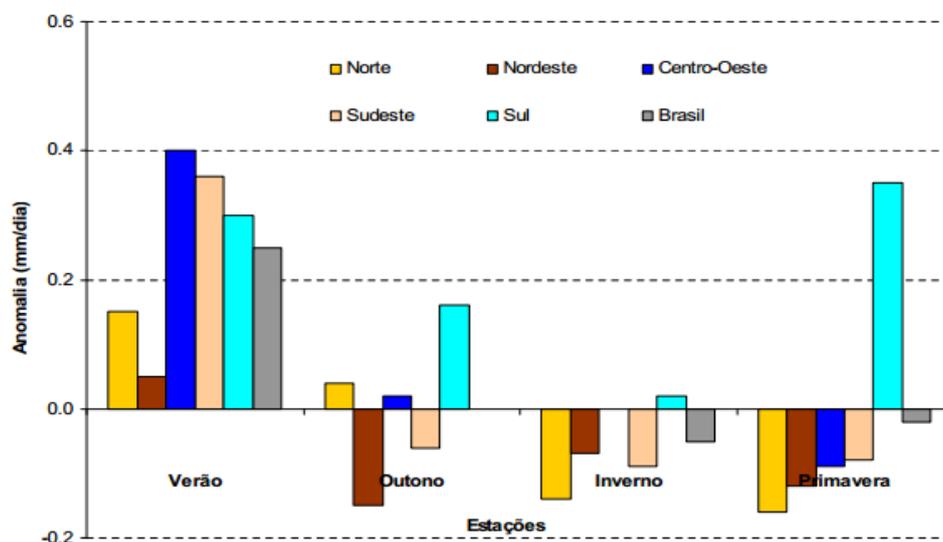
precipitação acumulada anual, ressaltando as diferenças entre as médias de 1961-90 e 1931-60. Segundo o INMET a pluviosidade no nordeste sofrerá uma variação de 150 a 300 mm/ano a mais se comparado com a média, e na região sudeste ocorrerá uma variação de pluviosidade de 50mm/ano acima da média até 300 mm/ano abaixo da média, podendo em alguns lugares, chegar até 350mm/ano abaixo das normais climatológicas. Baseada no 4º relatório do IPCC, o gráfico 2 da EMBRAPA, mostra que a região nordeste terá uma variação na pluviosidade anual de 0.28 mm/dia abaixo da média ou melhor 100 mm/ano. Na região sudeste, a pluviosidade anual ficará 0,10 mm/dia acima da média ou 37 mm/ano.

**FIGURA 7 – DESVIO DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL
DIFERENÇA ENTRE AS MEDIAS 1961-90 E 1931-60**



FONTE: INMET

GRÁFICO 2 - PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DO BRASIL AO LONGO DOS MESES DO ANO PARA O CLIMA DO PERÍODO DE 1961-1990 E FUTURO DE 2071-2100.



FONTE: EMBRAPA, IPCC (2007).

3. CONCLUSÃO

Neste estudo sobre as mudanças climáticas, abordamos suas principais causas, seus impactos pelo mundo, ressaltando as regiões brasileiras. Demonstrou-se estudos que comprovam que essas mudanças são decorrentes de fatores antrópicos, em contrapartida, outros comprovam que são decorrentes de fenômenos naturais. Estudou-se os eventos El Niño, La Niña e Oscilação Sul, que causam alterações no dinamismo atmosférico, que afetam todo o globo. Analisou-se também, a influência dos oceanos tropicais e a interação deste com a atmosfera.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUPOLILLO, Fulvio. **Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce** - Instituto de Geociências da UFMG. Belo Horizonte, Março de 2008.

CUPOLILLO, Fulvio. **Períodos de Estiagem Durante a Estação chuvoso no Estado de Minas Gerais: Espacilização e Aspectos Dinâmicos Relacionados.** VIÇOSA, dezembro de 1997.

ESTEIKEN, E. T. **Uma breve discussão sobre o aquecimento global** - Climatologia Fácil, oficinas de textos. São Paulo, 2012.

JURAS, Ilidia. **Aquecimento global e mudanças climáticas: uma introdução** – Revista Plenarium, pag. 34. Outubro 2008.

MOLION, Luis Carlos. **Plenarium** – Mitos do aquecimento global. Brasília, 2004.

NOBRE, Carlos A.. **Plenarium**- Mudanças climática globais e o Brasil: por que devemos nos preocupar. Brasília, outubro de 2008.

OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de. **O El Niño e você – O Fenômeno Climático.** São José dos Campos, São Paulo, 1999.

SAMPAIO, Gilvan de Oliveira. **El Niño e La Niña.** São José dos Campos, março de 2001.

SILVA, José de Fátima da. **El Niño, o fenômeno climático do século.** Brasília, 2000.

TOLEDO, Karina. **Quinto relatório do IPCC**. Londres, setembro de 2013. Disponível em <<http://agencia.fapesp.br/17944>>. Acessado em: 29 de julho, 2014.

VIANELO, Rubens Leite. **Efeitos das mudanças climáticas na Agricultura**. Belo Horizonte, set/out de 2008 (p.19-36).