

# **CONCEITOS E CONTRIBUIÇÕES DA PALEOCLIMATOLOGIA COM BASE NOS ESTUDOS DE DIFERENTES FATORES**

## **CONCEPTS AND PALEOCLIMATOLOGY CONTRIBUTIONS BASED ON DIFFERENT STUDIES FACTORS**

Franciele Pereira de Moraes <sup>1</sup>

Jefferson Feitosa Vieira da Silva <sup>2</sup>

Jéssica de Fátima Lucas <sup>3</sup>

Patrícia Gomes Destro <sup>4</sup>

Silvio Luiz Cardoso Pinto <sup>5</sup>

### **RESUMO**

Este artigo aborda a conceituação de Paleoclimatologia, o surgimento dos primeiros estudos a seu respeito, como foram realizadas às pesquisas no Mundo e no Brasil. Foram citados os principais pesquisadores e organizações que contribuíram, direta ou indiretamente, para o desenvolvimento do tema. Busca um entendimento do que seria uma ação normal ou anormal da natureza, através da interpretação de ocorrências relacionadas ao clima em um determinado contexto histórico, e, se, dentro do possível, estabelecer uma correlação com as causas das mudanças climáticas percebidas atualmente.

**PALAVRAS CHAVES:** Paleoclimatologia - Mudanças climáticas - Mundo - Brasil.

### **ABSTRATC**

In this article will discuss about the paleoclimatology concept. How and where 1<sup>st</sup> studies about this concept started how this concept has been researched in World and in Brazil. Leading researchers and organizations were mentioned who contributed directly or indirectly to the subject of development. Search an understanding of what would be a normal or abnormal action of nature, through the interpretation of events related to the weather in a particular historical context, and if whenever possible, to establish a correlation with the causes of climate change currently perceived .

**KEYWORDS:** Paleoclimatology - Climate changes – Word - Brazil.

---

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de graduação em engenharia civil pelo Centro Universitário Amparense- UNIFIA.

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de graduação em engenharia civil pelo Centro Universitário Amparense- UNIFIA.

<sup>3</sup> Ex aluna do curso de graduação em engenharia civil pelo Centro Universitário Amparense- UNIFIA.

<sup>4</sup> Acadêmica do curso de graduação em engenharia civil pelo Centro Universitário Amparense- UNIFIA.

<sup>5</sup> Professor orientador, doutorando em planejamento urbano, pela UNICAMP.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	4
2	OBJETIVOS.....	4
3	METODOLOGIA.....	4
4	PALEOCLIMATOLOGIA - CONCEITO.....	4
4.1	OS DADOS PROXIES.....	5
4.2	OS PRIMEIROS ESTUDOS.....	6
5	DESCOBERTAS DA PALEOCLIMATOLOGIA NO MUNDO.....	8
6	O CONHECIMENTO PALEOCLIMÁTICO NO BRASIL.....	10
7	A IMPORTÂNCIA DA PALEOCLIMATOLOGIA.....	13
8	CONCLUSÃO.....	14
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Moreias .....	7
Figura 2	Bloco errático.....	7
Figura 3	Desenho produzido por Agassiz.....	8
Figura 4	A perfuração do núcleo CO 14-1 realizada durante a excursão para a cratera da Colônia.....	12

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
CLIVAR	Climate Variability and Predictability
d.C.	Depois de Cristo
ICSU	International Council for Scientific Unions
ka	Kiloannum
km	Quilômetros
LIA	Little Ice Age
LOC	Local
MWP	Medieval Warm Period
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
WDC Paleo	World Data Center for Paleoclimatology

## **1. INTRODUÇÃO:**

“Ao longo da história geológica da Terra, a atmosfera mudou diversas vezes, isto porque o planeta não é estático, está em constante evolução.” (LABOURIAU, 1994, *apud* NUNES et al., 2012, p. 09).

De acordo com o *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), 2015, as observações meteorológicas feitas por meio de instrumentos, de precisão, são muito recentes, cerca de 100 a 200 anos, dependendo da região. As alterações sofridas pelo clima ao longo dos anos podem retratar um período de milhares ou até milhões de anos.

Por esta razão paleoclimatologistas em conjunto com arqueólogos, geólogos, climatologistas, oceanógrafos, entre outros, buscam informações em registros naturais sobre variabilidade climática encontradas, por exemplo, em anéis de árvores, núcleos de gelo, pólen fossilizado, sedimentos oceânicos, corais etc.

## **2. OBJETIVOS:**

Esse artigo tem como principal objetivo conceituar paleoclimatologia, contextualizar os primeiros estudos e as possíveis variáveis que lhe oferecem suporte. São objetivos secundários analisar as formas como esta ciência se insere no contexto nacional e internacional, analisando também sua importância em relação às variações climáticas.

## **3. METODOLOGIA:**

Este artigo baseia-se em bibliografias nacionais e internacionais, além de consultas nos bancos de dados digitais do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PMBC), o *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), o *World Data Center for Paleoclimatology* (WDC Paleo), a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), o *International Council for Scientific Unions* (ICSU) e o *Climate Variability and Predictability* (CLIVAR).

## **4. PALEOCLIMATOLOGIA - CONCEITO:**

Segundo Ferreira (2004), paleoclimatologia é o estudo das variações climáticas ao longo da história da Terra, a partir da análise e interpretação dos vestígios naturais que descrevem o clima em épocas passadas. De maneira complementar Cuadrat & Pita (1997, cap. 10, p. 395, tradução nossa), entende que paleoclimatologia “é a ciência que se ocupa do estudo e reconstrução dos climas do passado, tentando identificar as tendências naturais das mudanças climáticas em um longo período de tempo”.

A gama de ferramentas utilizadas nos estudos paleoambientais é bem diversa e, em geral, relacionam fatos e situações a uma cronologia, constituindo-se na base das inferências paleoclimáticas.

#### **4.1. OS DADOS PROXIES:**

De acordo com o NOAA (2015), os dados proxies auxiliam na interpretação das condições climáticas do passado, na medida em que preservam as características do ambiente ao longo do tempo.

É possível para a Paleoclimatologia definir os eventos climáticos que ocorreram em períodos compreendidos a milhares de anos e em diversos locais através destes dados proxies, capazes que são de preservar as características físicas do meio ambiente, permitindo medições diretas, das gravações naturais das variações climáticas que lhes são impostas. A multiplicidade desenvolvida é extensa, e isto faz com que as pesquisas e reconstruções climáticas sejam incessantes.

Segundo o NOAA (2015), os proxies podem ser encontrados das seguintes maneiras:

- Nos corais, que constroem seus esqueletos rígidos a partir de carbonato de cálcio, um mineral extraído da água do mar. O carbonato contém isótopos de oxigênio, bem como vestígios de metais, que podem ser usados para determinar a temperatura da água em que o coral cresceu.
- Nos grãos de pólen e em suas formas distintas, que podem ser utilizados para identificar o tipo de planta e de onde vieram, visto estarem bem preservados em camadas de sedimentos no fundo de uma lagoa, lago ou oceano. Analisar cada uma das camadas desses grãos pode indicar quais os tipos de plantas que estavam crescendo no momento em que o sedimento foi depositado.
- Os anéis de árvores podem conter registros anuais de clima durante séculos e até milênios. As variações do clima são refletidas nas larguras destes anéis, na densidade e composição isotópica.
- Localizados nas calotas polares e no alto das montanhas, os núcleos de gelo vem se acumulando desde a queda de neve, por milênios. Cientistas perfuram camadas profundas para recolher as amostras. Estes núcleos contem bolhas de poeira, ar, e isótopos de oxigênio, que podem ser utilizados para interpretar o clima passado.
- Já nos sedimentos oceânicos são feitos núcleos de perfuração a partir dos pisos de bacias. Os sedimentos lacustres incluem minúsculos fósseis e produtos químicos.

A cada nova descoberta científica é mantida uma base de dados definida pelo NOAA como o WDC Paleo, sendo a única dedicada a dados paleoclimáticos. Seguindo as diretrizes padronizadas para arquivamento e distribuição de dados desenvolvidos pelo ICSU, tem como colaboradores iniciativas de ciência como *Climate Change Science Plan*, *Intergovernmental Panel on Climate Change Assessment*, participantes do CLIVAR e outras pessoas interessadas.

Contudo, o PMBC (2014, p.130), afirma que, as reconstituições paleoclimáticas assumem marcante relevância atualmente, em face à necessidade de se atribuir causas às alterações ocorridas no clima da Terra durante as últimas décadas e, também, a fim de auxiliar o estabelecimento de cenários climáticos futuros.

#### **4.2. PRIMEIROS ESTUDOS:**

Para Holli Riebeek e Robert Simmon (2005), pesquisadores da NASA foi o suíço Jean Pierre Perraudin (1767-1858) quem primeiro se manifestou sobre a expansão das calotas glaciais polares. Segundo Perraudin, os glaciais canalizados nos vales dos Alpes suíços haviam descido e coberto grande parte dos mesmos nos últimos milênios e recuavam gradualmente para suas posições originais. Em suas observações, deduziu que na descida, essas “línguas de gelo” arrastaram amontoados de calhaus e blocos de rochas, para as zonas mais baixas, tornando-se aparentes com o derretimento do gelo.

De acordo com Carvalho (2013) as ideias de Perraudin encontraram muita resistência inicialmente, até que 1829 Ignace Venetz (1788-1859), também naturalista, confirma as afirmações de seu conterrâneo, sendo considerado por sua iniciativa o fundador da glaciologia. Segundo Venetz os calhaus e blocos, tinham invadido as planícies suíças do Jura. Materiais semelhantes teriam vindo da Escandinávia, atingindo e cobrindo grande parte do norte da Alemanha e da Polônia. Os grandes blocos erráticos e calhaus ali amontoados, posteriormente seriam chamados de blocos erráticos e moreias respectivamente.

Figura 1 – Moreias



Fonte: CARVALHO, 2013.

Figura 2 – Bloco errático



Fonte: CARVALHO, 2013.

Em 1832 Albrecht Reinhard Bernhardi (1797-1849) afirmou que num passado recente, uma imensa capa de gelo, oriunda da região polar ártica, teria alastrado e invadido as planícies do norte da Europa, com as mesmas consequências apontadas pelo suíço. Esta teoria foi ratificada por estudos mais detalhados desenvolvidos posteriormente. (CARVALHO, 2013).

Karl Friedrich Schimper (1803-1867), naturalista alemão, foi o precursor da ideia de que, na pré-história, teria ocorrido uma alternância de eras quentes e frias, iniciando à discussão sobre os períodos glaciários e os ciclos climáticos. Segundo ele, a Europa, a Ásia e a América do Norte haviam sido, por diversas vezes, em um passado geológico recente, invadidas por imensas capas de gelo. (CARVALHO, 2013).

Neste mesmo período, James David Forbes (1809- 1868), um físico escocês estudioso dos glaciares da Suíça e da Noruega definiu tais massas de gelo como fluídos imperfeitos ou corpos viscosos que deslizam pelas encostas com uma dada inclinação por efeito do seu próprio peso. (CARVALHO, 2013).

O suíço Jean Louis Rodolphe Agassiz (1807-1873) usava desenhos detalhados de terrenos montanhosos, blocos erráticos e outras características glaciais para reforçar e desenvolver uma ampla teoria do que ele chamou de “Era do Gelo”. (CARVALHO, 2013).

Figura 3 - Desenho produzido por Agassiz



Fonte: CARVALHO, 2013

Segundo Agassiz a “Era do Gelo” teria sido um período em que as geleiras gigantes estendiam-se na direção sul do Pólo Norte para cobrir a Europa e grande parte da América do Norte. Motivado pela desconfiança de seus pares da Sociedade Suíça de Ciências Naturais (Neuchatel – Suíça), Agassiz publicou, em 1842, uma obra em dois volumes denominada “Études sur lês glaciers” (Estudos sobre os Glaciais), cujo conteúdo foi amplamente aceito. (CARVALHO, 2013).

## 5. DESCOBERTAS DA PALEOCLIMATOLOGIA NO MUNDO:

Os cientistas modernos estenderam suas técnicas e desenvolveram algumas novas para explorar o passado tanto para climas quentes e frios.

As mudanças climáticas refletiram em diversos processos ambientais e sociais durante os séculos, tais como os migratórios.

...as chamadas “invasões bárbaras” de povos do norte e leste em direção ao sul da Europa, e a entrada de grupos asiáticos no continente americano pelo Estreito de Bhering, são em parte devidas a fenômenos climáticos. (BARCELLOS et al., 2009, p. 286)

As descobertas paleoclimáticas não cessam e surgem novas teorias a cada período, algumas comprovando pesquisas anteriores e outras refutando-as.

Como citam os autores Christiansen e Ljungqvist em seu trabalho intitulado “*The extra-tropical Northern Hemisphere temperature in the last two millennia: reconstruction of low-frequency variability*”:

Infelizmente, os registros instrumentais raramente chegam perto da metade do século XIX, e para períodos anteriores é necessário deduzir informações climáticas de proxies de clima, ou seja, arquivos históricos ou registros naturais do clima, tais como núcleos de gelo, espeleotemas, anéis de árvores, sedimentos de lagos e mares, etc. (CHRISTIANSEN, 2012, tradução nossa).

A pesquisa desenvolvida por Christiansen e Ljungqvist (2012) reuniu um conjunto de 91 proxies sensíveis à temperatura, localizados no Hemisfério Norte que remontam a pelo menos 1.500 depois de Cristo (d.C.). Destes proxies, 32 pertencem ao início do primeiro milênio. O método utilizado foi a reconstrução Local (LOC) que consiste resumidamente em três etapas: (1) Seleção de proxies, onde são preservados aqueles que são estatisticamente significantes para a temperatura local; (2) Os proxies selecionados na primeira etapa são escolhidos através de uma variável dependente; (3) As temperaturas são reconstruídas através da média formada em grande escala.

Com base nos dados obtidos, Christiansen e Ljungqvist concluíram que o primeiro milênio d.C. foi, significativamente, mais quente do que o segundo milênio d.C., sendo o século XVII o mais frio durante os dois últimos milênios. De acordo com os resultados, foi possível estabelecer que a maioria da “*Little Ice Age*” (LIA) foi mais fria do que o “*Dark Age Cold Period*” (300-800 d.C.) e que as reconstruções LOC mostraram maior variabilidade de baixa frequência do que as reconstruções anteriores. (CHRISTIANSEN, 2012).

Além de provar que os primeiros 1.000 anos d.C. foram mais quentes que o segundo milênio, os autores mostraram que em escalas de tempo centenárias, o “*Medieval Warm Period*” não é menos homogêneo que a LIA, levando em consideração os registros de baixa resolução, a fim de fornecer uma melhor cobertura espacial de dados. (CHRISTIANSEN, 2012).

Além de informações climáticas, os proxies auxiliaram na teoria desenvolvida por Kennett et al. (2012) de que as alterações climáticas influenciaram no desenvolvimento da civilização maia e depois em seu colapso.

O artigo publicado pela revista *Science* mostra que os cientistas calcularam a quantidade de certos isótopos de oxigênio presentes numa estalagmite de 56 centímetros de comprimento, recolhida em 2006 na gruta de Yok Balum, no Belize que fica próxima a diversos e importantes centros maias. (KENNETT et al., 2012).

Segundo Kennett et al. (2012), os átomos de oxigênio chegaram à gruta levados pela água da chuva e foram incorporados na estalagmite ao longo do seu crescimento (6 a 25 milímetros por século). Os dados proxies obtidos permitiram distinguir entre épocas de muita

chuva e períodos de seca, conforme a quantidade de átomos de oxigênio 18 que apresentavam, permitindo a reconstrução dos períodos de chuva ao longo dos últimos dois mil anos.

Segundo KENNETT:

O crescimento e o declínio da civilização maia são um exemplo do falhanço de uma civilização evoluída por não se ter adaptado às alterações climáticas. Os períodos de chuva aumentaram a produtividade do sistema agrícola maia o levaram ao aumento da população e à exploração excessiva dos recursos. Os períodos de seca posteriores conduziram à desestabilização e à guerra, à medida que os recursos foram se esgotando. (KENNETT et al., 2012, tradução nossa).

## **6. O CONHECIMENTO PALEOCLIMÁTICO NO BRASIL:**

Por muito tempo, as discussões sobre mudanças climáticas, em escala temporal de dezenas de milhares de anos devido às variações na insolação segundo o ciclo de precessão (sendo o movimento do eixo da Terra girando em torno do eixo da Eclíptica, com duração de aproximadamente 26.000 anos), ficaram restritas aos registros geológicos do Hemisfério Norte. Somente nas últimas duas décadas começaram a ser discutidas modificações de pluviosidade nos trópicos da América do Sul em escala temporal orbital, as quais são consistentes com os ciclos de precessão (PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2014, p. 131).

Classificado como a última época do Quaternário, o Holoceno (“idade do homem”) corresponde, aproximadamente, aos últimos 11 mil anos da história da Terra, começando no fim da última era glacial ou Idade do Gelo. As mudanças paleoclimáticas do Holoceno se relacionam com os componentes bióticos e abióticos atuais, e com a distribuição da fauna e da flora.

Tem-se constatado que as oscilações do nível marinho foram de fundamental importância na evolução das planícies costeiras brasileiras. Essas evidências chegaram a ser atribuídas ao período Terciário pelos primeiros pesquisadores, mas posteriormente, foram relacionadas ao quaternário. Até a década de 60, pesquisas geológicas sobre flutuações do nível do mar durante o Quaternário eram muito escassas no Brasil. (SUGUIO, 1977 apud REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS, 1985, p. 274).

Um grupo de pesquisadores da Universidade de São Paulo, da Universidade Federal da Bahia e do Observatório Nacional em colaboração com a ORSTOM (*Institute Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération*), vem estudando desde 1974 as

flutuações do nível marinho durante os últimos 7.000 anos. Este grupo concluiu os estudos das formações quaternárias do Estado de São Paulo e sul do Rio de Janeiro.

Um grande avanço nesse tema ocorreu mais recentemente, com os estudos de registros em depósitos carbonáticos de cavernas, mais conhecidos como espeleotemas. Tais registros demonstraram como variações de insolação de verão produziram mudanças no regime de chuvas tropicais e extratropicais durante o Quaternário tardio.

O Brasil é um dos países com maior potencial para tais estudos isotópicos. Primeiro, por que possui cavernas geograficamente bem distribuídas em grande amplitude latitudinal. Segundo, porque resultados, de estudos preliminares demonstraram, de forma inédita, como variações de insolação, devido aos mecanismos, de precessão (ciclos de ~ 23 mil anos) e obliquidade (ciclos de ~ 40 mil anos), produzem mudanças no regime de chuvas e temperatura no sul-sudeste do Brasil, durante o quaternário tardio. (CRUZ, 2007, p.123).

Além disso, constatou-se que o clima passado dessa região foi também significativamente impactado por mudanças paleoclimáticas, em escala mundial, documentadas em alta latitude, especialmente durante os eventos de Heinrich, que correspondeu a enormes descargas de icebergs no oceano Atlântico proveniente dos glaciares que cobriam a América do Norte e o Norte da Europa.

São esperadas mudanças profundas e variáveis no clima conforme a região de cada país, afetando tanto os ecossistemas aquáticos como os terrestres. Neste quesito, o Brasil é um dos países mais ricos do mundo, tendo seis biomas terrestres Amazônia, Mata Atlântica, Pantanal, Pampa, Cerrado e Caatinga. Alguns dos maiores rios do mundo estão contidos nestes biomas, caso do Amazonas, Paraná e São Francisco. Além disto, possui uma costa com cerca de 8.000 km, contendo pelo menos sete grandes zonas estuarinas e toda a plataforma continental.

No Brasil, os primeiros estudos foram baseados em registros de mudanças na vegetação e no nível de lagos em diversas regiões (ABSY, 1991a, p.45). A Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas obteve as primeiras evidências do impacto de mudanças que associaram dados de paleovegetação, sedimentologia e geoquímica, obtidos a partir de um testemunho de seis metros coletado em um dos lagos da Serra dos Carajás, no Pará. Em uma sequência sedimentar de mais de 60 mil anos (ka), foi observada uma alternância entre períodos de floresta úmida e de vegetação típica de clima mais seco. (PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2014, p. 131-132).

Outra importante questão paleoambiental holocênica, se refere às flutuações do nível relativo marinho na costa leste brasileira durante a última transgressão holocênica. (BUSO JUNIOR, 2010, p.9).

Através de estudos palinológicos, foram obtidas outras provas da ocorrência de fortes mudanças climáticas. A palinologia compreende um ramo da botânica que estuda os grãos de pólen, esporos, suas formas de dispersão e aplicações. De acordo com Ledru (2014, p.2) na cratera de Colônia, atualmente dentro dos limites do Município de São Paulo, na região sul, a 35 km da Praça da Sé (centro da cidade), na recém criada Área de Proteção Ambiental (APA), foram obtidas através de estudos palinológicos e sedimentológicos provas da ocorrência de fortes mudanças climáticas através da coleta de um testemunho que forneceu um registro de 130ka.

Figura 4 - Perfuração do núcleo CO 14-1



Fonte: LEDRU, 2014, p.5.

Essas mudanças têm sido discutidas principalmente com base nas frequências de pólen de elementos arbóreos e refletem as alterações na cobertura florestal, associando os períodos de maior expansão e retração desta às modificações relacionadas com umidade e temperatura. As informações paleoclimáticas a respeito do último milênio no Brasil são extremamente fragmentadas. Para preencher as lacunas existentes e melhorar nosso entendimento a respeito das variações climáticas, se faz necessário buscar, coletar, analisar e

interpretar novos arquivos paleoambientais, que tenham registrado as condições climáticas do último milênio.

## 7. A IMPORTÂNCIA DA PALEOCLIMATOLOGIA

Tema recorrente na mídia internacional recentemente, o aquecimento global influencia o comportamento humano e acaba sendo influenciado por este comportamento, numa interação cujas conseqüências ainda não estão bem esclarecidas.

Segundo alguns pesquisadores (GREGORY-WODZICKI, 2001; SUGUIO, 2008; TONNI, 1998) o clima na Terra tem variado com períodos frios (*icehouse*), e períodos quentes (*greenhouse*). As mudanças na temperatura podem ser causadas por diversos aspectos, tais como a atividade solar, impactos de meteoros, perturbações na órbita da Terra (ciclos de Milankovitch), a própria composição da atmosfera, ciclos de carbono, ciclos hidrológicos, etc., e também com a ação humana (antrópica).

A expressão “mudanças climáticas globais” se incorpora, a cada dia que passa no cotidiano das pessoas e da sociedade como um todo, despertando uma profunda reflexão sobre a necessidade de manutenção de condições ambientais adequadas, ou melhor, vitais ao ser humano. Na verdade, as mudanças no clima são apenas parte das transformações mais amplas que ocorrem no planeta Terra, aceleradas ou não pelo homem. (Suguio, 2008, p.9).

Estudos desenvolvidos pelo NOAA (2015) indicam que o aquecimento global é uma realidade e que os últimos nos anos, em uma escala temporal, teriam ocorrido os climas mais quentes do último milênio. Não esta satisfatoriamente esclarecida à forma como este aquecimento ocorre, nem quais seriam os fatores que geram estas mudanças.

O prognóstico confiável de mudanças climáticas, por influência de atividades antrópicas (do homem) futuras, é praticamente impossível sem um conhecimento mais preciso das mudanças paleoclimáticas naturais, ocorridas nas últimas dezenas a centenas de milhares de anos. (Suguio, 2008, p.9)

Ainda assim a paleoclimatologia ajuda a entender as mudanças climáticas naturais, auxiliando no entendimento do que seria uma ação normal ou anormal da natureza. A interpretação dos acontecimentos relacionados ao clima dentro de um determinado contexto histórico pode ser feita pela paleoclimatologia. Também a comparação entre as temperaturas modernas e as ocorridas há milênios, dentro de um contexto regional pode ser analisada por esta ciência.

Para o NOAA somente através da reconstrução do clima passado será possível avaliar verdadeiramente a magnitude desse aquecimento. As análises paleoclimáticas evidenciam que as alterações não se restringem apenas a temperatura. A alteração nos níveis

de dióxido de carbono no passado influenciou diversos outros aspectos no clima. Algumas alterações podem ser independentes, porém o entendimento de como acontecem e, quão grandes podem ser estas mudanças são temas de uma investigação rigorosa. Segundo Kenitiro Suguio (2008), descobertas de mudanças paleoclimáticas desempenham papel importante na adequação dos modelos de simulação de climas. Somente a reconstituição cada vez mais precisa dos climas do passado pode permitir prognósticos mais confiáveis de climas do futuro.

A Paleoclimatologia não só atua no alerta sobre o clima futuro. Como já descrito, o paleoclima pode ser medido através dos “proxies”, nos polens fossilizados, etc. Sendo assim, verifica-se a importância do estudo da ciência frente ao acompanhamento dos biomas e topografias terrestres.

Os estudos topográficos são diretamente ligados ao estudo desta ciência. Assim como percebido por Jean Perraudin no surgimento da Paleoclimatologia, os estudos dos climas passados auxiliam a entender a formação da topografia das regiões. Podem-se citar os picos montanhosos, as cavernas, os vales, os rios, etc., desenhados pelas mudanças climáticas através das eras.

## **8. CONCLUSÃO:**

Ciência que estuda as variações climáticas ocorridas na terra ao longo de sua história, a Paleoclimatologia se utiliza das informações registradas em dados proxies, que balizam as teorias acerca de tais ocorrências.

Encontrados em núcleos de gelo, anéis de árvores, polens fossilizados, sedimentos oceânicos e rochosos, nos corais, depósitos carbonáticos (espeleotemas), entre outros, os dados proxies auxiliam os cientistas na busca por novas descobertas, além de embasar porcentagem significativa das teorias atualmente mais aceitas.

Os primeiros trabalhos consistentes relacionados ao tema surgiram na primeira metade do século XIX. A Agência Espacial Norte Americana (NASA) admite que foi Jean Pierre Perraudin o primeiro pesquisador a estudar a expansão das calotas glaciais polares, propondo inclusive estudos posteriores ligados ao tema.

Desde então as teorias tem evoluído e com o auxílio de técnicas e equipamentos cada vez mais modernos, viabilizam o entendimento do que seria a evolução climática nos dias atuais, além de prever as tendências climáticas para um futuro próximo. Como exemplo podemos citar a análise dos dados esta associada à proxies sensíveis a temperatura

e isótopos de oxigênio encontrados em estalagmites, que possibilitam descobertas sobre o clima até 1.500 anos d.C.

Ainda que no Brasil as pesquisas associadas ao clima, sejam muito recentes, por possuir grande diversidade ambiental, os registros paleoclimáticos nacionais são explorados em diversas partes do país. Os primeiros estudos foram fundamentados em registros de mudanças na vegetação e oscilações do nível marinho, além das informações encontradas nos grãos de pólen, espeleotemas e testemunhos de sedimentos.

Pela forma como a ciência esta estruturada, é possível afirmar que a paleoclimatologia será capaz ainda, de esclarecer muitas incertezas sobre ocorrências climáticas acontecidas ao longo da história geológica da terra.

Também será capaz de contribuir nas previsões sobre as alterações que provavelmente ocorrerão e que certamente não estarão restritas ao aumento de temperatura.

Entretanto, o grau de complexidade que abrange a interpretação dos dados, a quantidade de variáveis envolvidas capazes de influenciar na previsão, bem como as conseqüências das ações antrópicas, deverão reduzir a amplitude e a qualidade do que se pretende predizer por um bom tempo ainda, fomentando o surgimento de novas teorias e prolongando as discussões sobre o tema.

## **9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

ABSY, M. L.; SILVA, S. A. F. **Registros Palinológicos das Mudanças Climáticas na Amazônia Brasileira durante o Neógeno**. Biochar. Disponível em: <[http://www.biochar.org/joomla/images/stories/Cap\\_2\\_Lucia\\_Absy.pdf](http://www.biochar.org/joomla/images/stories/Cap_2_Lucia_Absy.pdf)>. Acesso em: 25/09/2015, 17:29 hs.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação - Artigo em publicação periódica científica impressa - Apresentação**. Apresentação: NBR 6022. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

\_\_\_\_\_. **Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação**. Apresentação: NBR 10520. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

\_\_\_\_\_. **Informação e documentação - Referências - Elaboração**. Apresentação: NBR 6023. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

\_\_\_\_\_. **Informação e documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação**. Apresentação: NBR 14724. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H. C.; CARVALHO, M. S.; ARTAXO, P.; HACON, S.; RAGONI, V. **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil**. Epidemiol. Serv. Saúde: Brasília, 2009.

BUSO JUNIOR, A. A. **Dinâmica ambiental holocênica baseada m estudos interdisciplinares de alta resolução, no litoral norte do estado do Espírito Santo**. 2010. 190 p. Dissertação (Mestrado em Energia nuclear na agricultura e ambiente). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010

CARVALHO, G. **Idade do Gelo**. De Rerum Natura: Sobre a Natureza das Coisas, 2013. Disponível em: <<http://dererummundi.blogspot.com.br/search?q=idade+do+gelo>>. Acesso em 12/09/2015, 10:44 hs.

CHRISTIANSEN, B.; LJUNGQVIST, F.C. **The extra-tropical Northern Hemisphere temperature in the last two millennia: reconstructions of low-frequency variability**. Climate of the Past, 2012. Disponível em: <<http://www.clim-past.net/8/765/2012/cp-8-765-2012.pdf>>. Acesso em 26/09/2015, 10:42 hs.

CUADRAT, José Maria; PITA, Maria Fernanda. **Climatologia**. 2ª ed. Madrid: Cátedra, 1997. Disponível em: <<http://lageoteca.blogspot.com.br/2012/05/climatologia-cuadrat-y-pita.html>>. Acesso em 29/10/2015, 08:15 hs.

CRUZ, F. W. da; CHENG, H.; EDWARDS, R. L.; KARMANN, I.; STRIKIS, N. **Paleopluviosidade do Sul e Sudeste Brasileiro Durante os Últimos Seis Ciclos Glaciais-Interglaciais a Partir de Registros Isotópicos em Espeleotemas**. 2007. Disponível em: <<http://www.abequa.org.br/trabalhos/Cruz%20F%20W%20et%20al.pdf>>. Acesso em 23/10/2015, 19:29 hs.

DAVIS, O. **Palinology**. Disponível em: <<http://www.geo.arizona.edu/palynology/>>. Acesso em 24/10/15, 00:46 hs.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 3ª.ed. São Paulo: Positivo, 2004. Disponível em: <<http://intranet.mpggo.mp.br/aurelio/>>. Acesso em 04/09/2015, 12:10 hs.

GREGORY-WODZICKI, Kathryn. **Los climas pre-terciários**. 2001. Disponível em: <[http://www.ldeo.columbia.edu/users/gregory/Pre-T\\_talk.pdf](http://www.ldeo.columbia.edu/users/gregory/Pre-T_talk.pdf)>. Acesso em: 11/09/2015, 12:00 hs.

KENNETT, D. J.; BREITENBACH, S. F. M.; AQUINO, V. V.; ASMEROM, Y.; AWE, J.; BALDINI, J. U. L.; BARTLEIN, P.; CULLETON, B. J.; EBERT, C.; JAZWA, C.; MACRI, M. J.; MARWAN, N.; POLYAK, V.; PRUFER, K. M.; RIDLEY, H. E.; SODEMANN, H.; WINTERHALDER, B.; HAUG, G. H. **Development and Disintegration of Maya Political Systems in Response to Climate Change**. Science, 2012. Disponível em <<http://www.sciencemag.org/content/338/6108/788.full>>. Acesso em 25/09/2015, 23:45 hs.

LEDRU, M. P.; REIMOLD, W. U.; ARIZTEGUI, D.; BARD, E.; CRÓSTA, A. P.; RICCOMINI, C.; SAWAKUCHI, A. O.; WORKSHOP PARTICIPANTS. **Why deep drilling in the Colônia Basin (Brazil)?** Scientific Drilling, 2015. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/publication/278033209\\_Why\\_deep\\_drilling\\_in\\_the\\_Colnia\\_Basin\\_%28Brazil%29](http://www.researchgate.net/publication/278033209_Why_deep_drilling_in_the_Colnia_Basin_%28Brazil%29)>. Acesso em 24/10/15, 12:39 hs.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **A Paleo Perspective on Global Warming**. Disponível em: <<https://www.ncdc.noaa.gov/global-warming>>. Acesso em: 06/10/2015, 22:01 hs.

\_\_\_\_\_. **Paleoclimatology Data**. Disponível em: <<https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data>> . Acesso em 04/09/2015, 15:37 hs.

\_\_\_\_\_. **Temperature Change and Carbon Dioxide Change**. Disponível em <<https://www.ncdc.noaa.gov/global-warming/temperature-change>>. Acesso em: 06/10/2015, 22:04 hs.

\_\_\_\_\_. **What Are “Proxy” Data?** Disponível em: <<https://www.ncdc.noaa.gov/news/what-are-proxy-data>>. Acesso em 04/09/15, 14:32hs.

\_\_\_\_\_. **Weather, Climate, and Paleoclimatology**. 2008. Disponível em: <<https://www.ncdc.noaa.gov/paleo/globalwarming/paleo.html>>. Acesso em 04/09/2015, 15:20 hs.

\_\_\_\_\_. **World Data Center for Paleoclimatology**. 2008. Disponível em: <<http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/wdc-paleo.html>>. Acesso em 16/09/2015, 13:40 hs.

NUNES, F. C.; BOAS, G. D. S. V. B.; SILVA, E. F. D. **Mudanças Climáticas e Seus Reflexos na Paisagem do Quaternário: Primeiras Reflexões**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107273/1/Doc-157-Mudancas-Quaternario.pdf>>. Acesso em 04/09/2015, 15:47 hs.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Base Científica das Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro: PBMC, 2014. Disponível em: <[http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/publicacoes/relatorios-pbmc/item/base-cientifica-das-mudancas-climaticas-volume-1-completo?category\\_id=15](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/publicacoes/relatorios-pbmc/item/base-cientifica-das-mudancas-climaticas-volume-1-completo?category_id=15)>. Acesso em: 12/09/2015, 09:10 hs.

