



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES – CFP
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

CARLOS ALEXANDRE LUCAS

**A FORMAÇÃO DAS MARMITAS COMO INDICADOR PALEOCLIMÁTICO:
O ESTUDO DE CASO DO RIACHO OLHO D'ÁGUA EM NAZAREZINHO-PB**

CAJAZEIRAS-PB

2018

CARLOS ALEXANDRE LUCAS

**A FORMAÇÃO DAS MARMITAS COMO INDICADOR PALEOCLIMÁTICO:
O ESTUDO DE CASO DO RIACHO OLHO D'ÁGUA EM NAZAREZINHO-PB**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura Plena em Geografia do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande, campus Cajazeiras-PB, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Henrique de Melo Brandão.

Linha de Pesquisa: Geografia Física.

CAJAZEIRAS-PB

2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)
Josivan Coêlho dos Santos Vasconcelos - Bibliotecário CRB/15-764
Cajazeiras - Paraíba

L933f Lucas, Carlos Alexandre.
A formação das marmitas como indicador paleoclimático: o estudo de caso do Riacho Olho D'água em Nazarezinho-PB / Carlos Alexandre Lucas. - Cajazeiras, 2018.
47f.: il.
Bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Henrique de Melo Brandão.
Monografia (Licenciatura em Geografia) UFCG/CFP, 2018.

1. Período Quaternário. 2. Riacho Olho D'água - Nazarezinho-PB. 3. Marmitas. 4. Boqueirão. 5. Paisagem. I. Brandão, Marcelo Henrique de Melo. II. Universidade Federal de Campina Grande. III. Centro de Formação de Professores. IV. Título.

UFCG/CFP

CDU - 551.793

CARLOS ALEXANDRE LUCAS

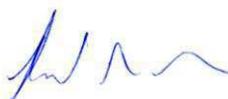
**A FORMAÇÃO DAS MARMITAS COMO INDICADOR PALEOCLIMÁTICO:
O ESTUDO DE CASO DO RIACHO OLHO D'ÁGUA,
EM NAZAREZINHO-PB**

Aprovada em: 27/11/2018

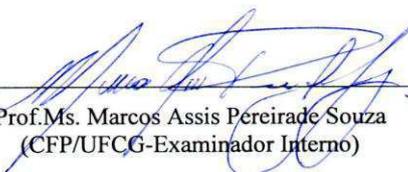
Banca Examinadora



Prof. Dr. Marcelo Henrique de Melo Brandão
(CFP/UFCG-Orientador)



Prof. Ms. Henaldo Moraes Gomes
(CFP/UFCG-Examinador Interno)



Prof. Ms. Marcos Assis Pereirade Souza
(CFP/UFCG-Examinador Interno)

CAJAZEIRAS

2018

Dedico este trabalho ao meu Deus de uma maneira muito especial, como forma de gratidão e satisfação pelo término desta etapa na qual foi superada. A Ele, eu tributo toda honra e toda glória pela vitória alcançada. Assim como também, deixo aqui meu carinho e amor aos meus familiares: a meu pai, Francisco Lucas; a minha mãe, Francisca Alexandre; aos meus avós, Maria de Lourdes e Antenor e, aos demais membros desta maravilhosa família.

AGRADECIMENTOS

Ser grato as pessoas por tudo o que elas fazem/fizeram pela gente é a melhor maneira de podermos retribuir todo o carinho destas para conosco. Portanto, é com muita humildade e reconhecimento que venho agradecer a todas estas abaixo com sinceros agradecimentos. A saber:

A Deus, fonte de inspiração na ânsia pelo meu sucesso. Autor principal dessa conquista, sem ele faltaria saúde, perseverança, dedicação, sabedoria, persistência, etc.

Aos meus pais, que mesmo nas dificuldades da vida lutaram pelos meus sonhos, sempre acreditando no meu potencial. A esses dois guerreiros eu expressei meu amor e minha gratidão.

Aos meus irmãos, que estiveram comigo dando apoio com palavras e, até mesmo, dando-me força de forma direta para que eu pudesse vencer os sonhos e superar todas as barreiras encontradas no caminho.

À minha avó Maria de Lourdes. Uma mulher de Deus, sofredora, persistente. Um espelho para que eu jamais temesse às lutas. Peço a Deus saúde e paz por sua vida!

Aos demais parentes que fazem parte da minha trajetória de vida. Deus abençoe a todos!

Ao meu amigo Carlos Henrique, que sempre esteve comigo me dando força, me ajudando na trajetória acadêmica de maneira direta. Sou grato a Deus por sua vida, pois essa amizade me completa desde os tempos de adolescência.

À Igreja Assembleia de Deus em Nazarezinho na qual faço parte. Uma outra família que amo de uma forma excepcional.

Ao meu querido amigo e irmão Frank Júnior, jovem guerreiro e de fé. Presto minha gratidão ao mesmo por todos os momentos que pude superar minhas dificuldades ao longo do curso, com excelentes palavras de ânimo e apoio nos momentos que mais precisei.

Aos meus amigos Jarismar, Adriano, Lindemberg, José Borges, Wesley, Alison, Júnior Monteiro, Kailo e os demais que com palavras de apoio me ajudaram a superar as lutas do dia a dia.

Às minhas amigas Eliane, Maria do Socorro, Fátima e Josefa que também puderam me fortalecer com palavras de ânimo.

Aos pastores Alex e Messias, nos quais admiro muito. Sou grato a Deus pela vida destes, que com palavras de ensinamento me mostrou o verdadeiro caminho a se percorrer até conseguir o sucesso.

Ao meu professor orientador, o Dr. Marcelo Henrique de Melo Brandão, por todos os ensinamentos prestados a mim. Este de uma maneira especial gostaria de agradecê-lo pelas horas de paciência, amizade e confiança ao longo do curso e, sobretudo, no período da monografia.

Aos professores Ms., Henaldo Moraes Gomes e Marcos Assis Pereira de Souza e, demais professores deste curso, que contribuíram para minha formação pessoal e profissional de forma direta e indiretamente. A estes, ficam meus sinceros agradecimentos e carinho por todos os envolvidos nesta minha formação.

Enfim, quero agradecer a todos com muita gratidão e carinho. Agradecer pelo apoio na trajetória, de forma direta ou indiretamente.

*Tenho-vos dito estas coisas, para que em mim tenhais paz.
No mundo tereis tribulações; mas tende bom ânimo, eu venci o mundo.
João 16.33*

RESUMO

Ao longo do período Quaternário foram registradas ocorrências de alternâncias climáticas intercaladas entre estádios glaciais e interglaciais, fato este que fez alguns estudiosos desenvolverem a teoria dos Redutos e Refúgios Florestais, a fim de comprovarem tais evidências marcadas pelas modificações paleoecológicas na dinâmica evolutiva da paisagem. O presente trabalho tem como objetivo analisar as evidências paleoclimáticas na zona intertropical do globo a partir dos estudos da formação das marmitas no Riacho Olho D'água, no município de Nazarezinho-PB. Como suportes teórico-metodológicos, esta pesquisa se encarrega de fazer um levantamento bibliográfico acerca da temática proposta; bem como, analisá-la de forma empírica por meio de trabalho de campo, com a execução do registro fotográfico e elaboração de mapas. Especificamente na área de estudo foi possível identificar, a partir da observação das marmitas, a ocorrência de um ambiente mais úmido, com drenagem perene e volumosa que possibilitou a superimposição da drenagem, causando a formação do boqueirão (water gap), além da formação das marmitas. Para a compreensão da paisagem semiárida atual, faz-se necessário perceber as diversas ocorrências fisionômicas da paisagem, onde através desta leitura será possível interpretar os detalhes da evolução paisagística local.

Palavras-chave: Quaternário. Riacho Olho D'água. Boqueirão. Paisagem.

ABSTRACT

Throughout the Quaternary period were recorded occurrences of intercalated climatic alternations between glacial and interglacial stages a fact that made some scholars to develop the theory of Reductions and Forest Refuges, in order to prove such made evidence by the paleoecological changes in the evolutionary dynamics of the landscape. The present work aims to analyze the paleoclimatic evidences in the intertropical zone of the globe from the studies of the formation of the kettles in the Riacho Olho D'água in the municipality of Nazarezinho in the state of Paraíba, Brazil. As theoretical-methodological supports this research is responsible for making a bibliographical survey about the proposed theme; as well as analyzing it in the empirical way through fieldwork with the execution of the photographic record and elaboration of maps. Specifically in the area of study it was possible to identify from the observation of the kettles, the occurrence of a more humid environment with the perennial and voluminous drainage allowed the overlapping of the drainage causing the formation of the water gap, besides the formation of the kettles. For understanding the current semi-arid landscape, it is necessary to understand the various physiognomic currents of the landscape where through this reading it will be possible to interpret the details of the local landscape evolution.

Keywords: Quaternary. Riacho Olho D'água. Water gap. Landscape.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Variações dos períodos glaciais e interglaciais no Quaternário.....	16
Figura 2: Processo de Evorsão.....	41

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1: Localização Geográfica da comunidade Olho D'água do Frade, Nazarezinho – PB.....	34
Imagem 2: Marmita e sedimentos de fundo.....	36
Imagem 3: Marmita preenchida pela água das chuvas no riacho Olho D'água.....	37
Imagem 4: Marmitas preenchidas por areia e pequenas partículas de argila.....	37
Imagem 5: Marmita nivelada pela atuação da água corrente em sua base rochosa.....	38
Imagem 6: A formação das marmitas no riacho Olho d'água, Nazarezinho-PB	43

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Localização geográfica das marmitas no riacho Olho d'água no município de Nazarezinho-PB	35
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO	15
2.1. Referencial Teórico	15
2.1.1. O Quaternário e suas características	15
2.1.2. As causas da glaciação	17
2.1.3. Paleoclima e a teoria dos Redutos e Refúgios Florestais	21
2.2. Metodologia	26
3. INDICADORES PALEOCLIMÁTICOS	27
3.1. Indicadores Pedológicos	27
3.2. Indicadores Geomorfológicos	29
3.3. Indicadores Biogeográficos	31
4. AS MARMITAS DO RIACHO OLHO D'ÁGUA, LOCALIZADAS EM NAZAREZINHO - PB	33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

Essa monografia trouxe como foco principal, um breve entendimento de como tem acontecido os processos evolutivos da paisagem no decorrer do período Quaternário, mais precisamente entre o Pleistoceno Terminal (1,6 M.a. à aproximadamente 10.000 anos) e o Holoceno (últimos 10.000 anos), dando ênfase as evidências significantes dos paleoclimas e suas conseqüentes variações climáticas, sobretudo na zona intertropical do globo. Com isso, o intuito deste trabalho visou analisar *in loco* o estudo das marmitas¹ no riacho Olho d'água, na preocupação de buscar comprovações acadêmicas e científicas para discussões pertinentes à temática; tendo em vista, dando um enfoque a importância dos estudos locais.

Para se dar conta dos estudos paleoclimáticos, foi-se necessário debruçar a Teoria dos Refúgios Florestais proposta pelo geógrafo Ab'Sáber (2003), quando afirma que as evidências que foram surgindo a respeito das flutuações climáticas já ocorridas no Pleistoceno Terminal retratam que houve significativas modificações na paisagem, já que foram constatados uma passagem de uma fase mais seca para uma mais úmida nesta época, intercalada entre os períodos glaciais e os interglaciais.

Desta forma, analisou-se a temática proposta a partir dos suportes teórico-conceituais por meio das contribuições que as condições geoambientais regionais ou locais têm trazido para entender a dinâmica da configuração da vegetação brasileira atual, principalmente da Caatinga por ser o bioma predominante da área semiárida do nordeste brasileiro. Com isso, este estudo procurou relatar a importância da interpretação de paleoclimas, paleossolos, das formas geomorfológicas e das análises palinológicas² para um possível entendimento da complexidade e diversidade de paisagens; onde percebeu-se que as florestas tropicais permaneceram nos locais com uma certa dominância da pluviosidade.

Visto isto, vale ressaltar que o presente trabalho teve como objetivo principal, investigar como a formação das marmitas pode ser considerada um indicador de paleoclimas em plena área semiárida, para assim, fazer essa análise no riacho Olho d'água, localizado em Nazarezinho-PB. Em decorrência disso, os objetivos específicos foram divididos nos

¹Nome denominado por alguns geomorfólogos para descrever acerca dos processos erosivos que aconteceram em leito rochoso devido à força abrasiva (ação mecânica) das águas correntes em períodos em que a competência hídrica foi suficiente para erodir as rochas nas áreas áridas e/ou semiáridas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

²O estudo dos grãos de pólen contidos em sedimentos quaternários tem dado muitas informações sobre a migração de plantas, a composição da vegetação e as flutuações climáticas durante o Quaternário. Como as plantas são muito sensíveis aos fatores ambientais, tais como as condições de temperatura e umidade do ambiente, a análise de pólen e esporos (análise palinológica) é talvez a melhor maneira de se saber como foi o clima do passado (SALGADO-LABOURIAU, 1994, p.256).

seguintes: refletir sobre as principais causas das variações climáticas no Quaternário; discorrer acerca dos estudos dos paleoclimas e correlacioná-los com os processos evolutivos da paisagem no Quaternário do Brasil; e, por fim, descrever o caso específico das marmitas de gigante, relacionando-as aos processos erosivos deste período geológico acima citado.

Para o desenvolvimento de tais objetivos, realizou-se uma pesquisa bibliográfica por meio de leituras, a fim de fazer uma sistematização do estudo proposto; como também foram executados a partir da documentação fotográfica por meio das análises realizadas no trabalho de campo; assim como, o uso do Sistema de Posicionamento Global – GPS, para que fosse possível localizar a área de estudo, no intuito de facilitar a compreensão do leitor com as respectivas ilustrações, para assim, haver uma interlocução envolvendo a própria pesquisa bibliográfica e a observação empírica.

Em síntese, pretendeu-se buscar explicações sobre os processos que atuaram durante o período Quaternário que foram capazes de refletir nas mudanças climáticas e paleocológicas na zona intertropical do globo, na fase de transição concernente aos eventos geológicos decorridos entre o Pleistoceno Terminal até o Holoceno (época geológica atual), constatando fases glaciais e interglaciais.

Para melhor compreensão deste trabalho, foi-se possível dividir seus tópicos em cinco capítulos, conforme foram mencionados no sumário, a saber:

O primeiro capítulo é o introdutório, onde faz-se uma breve exposição da temática a ser desenvolvida, juntamente com os objetivos e a metodologia de forma sucinta. Além disso, apresenta-se a estruturação final do trabalho.

O segundo capítulo trouxe uma breve análise teórico-metodológica no que diz respeito a alguns pontos essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa. Para tanto, procurou-se entender como vem acontecendo as causas das modificações climáticas no decorrer do período Quaternário, tendo a preocupação de se debruçar, sobretudo, aos ciclos de Milankovitch³ e, posteriormente, compreender as causas astronômicas e terrestres e seus respectivos efeitos no clima global, para finalmente discorrer acerca dessa dinâmica no ambiente local, no qual está sendo estudado.

Por sua vez, o terceiro capítulo analisou o estudo dos indicadores paleoclimáticos no transcurso do Pleistoceno Terminal para o Holoceno, levando-se em conta, os indicadores

³Geocientista sérvio que descobriu que a alternância de climas aconteceu devido o fruto dos movimentos e das variações no ângulo do eixo terrestre ao longo de grandes ciclos de 41.000 anos ao redor do sol. Pelo cálculo destes ciclos ele mostrou que a energia global recebida e a sua distribuição na superfície da Terra são funções dos parâmetros de movimento orbital do planeta, são eles: a Obliquidade da eclíptica, a Precessão dos equinócios e a excentricidade da órbita terrestre (SALGADO-LABOURIAU, 1994).

pedológicos (Paleossolos), os indicadores geomorfológicos (a exemplo das marmitas) e os indicadores biogeográficos (a teoria dos Redutos e Refúgios Florestais), a fim de explicar as causas paleoambientais e paleoecológicas que têm afetadas as mudanças climáticas ao longo desta época geológica da Terra.

O quarto capítulo descreveu de forma específica o objeto de pesquisa proposto pela temática – as marmitas como indicador de paleoclimas. Portanto, o foco tratou-se em elucidar como foram surgindo as mesmas no riacho Olho d’água e, assim, entender seu processo de formação e as conseqüentes modificações climáticas que foram capazes de erodir as esculturas dessas rochas em plena área semiárida; e, finalmente, discutir acerca do último período glacial/interglacial que está inteiramente ligado ao estudo em questão.

Por fim as considerações finais, esta tratou de analisar acerca dos questionamentos pertinentes às ocorrências dos paleoclimas e a importância destes para se compreender a formação das marmitas como objeto de estudo proposto da temática em questão. Portanto, este trabalho se encarregou de estudar as marmitas do riacho Olho d’água em Nazarezinho-PB, no intuito de aproximar o conhecimento no que diz respeito aos processos evolutivos da paisagem quaternária e suas mudanças climáticas no decorrer desta época geológica da história da Terra.

2. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

O referencial teórico-metodológico foi subdividido em três tópicos: o Quaternário e suas características, as causas das glaciações e os paleoclimas e a teoria dos Redutos e Refúgios Florestais, além da metodologia utilizada para a execução do trabalho.

2.1. Referencial Teórico

No referencial teórico são descritas as teorias que norteiam a execução deste trabalho. Para isso, a princípio, dar-se-á um enfoque de um breve entendimento de como vem acontecendo a dinâmica do período Quaternário e sua importância no que tange à história geológica da Terra. Desta forma, são analisadas as causas das glaciações e suas consequências nas evidências paleoclimáticas em consonância com a teoria dos Redutos e Refúgios Florestais para se entender os processos evolutivos da paisagem neste período geológico.

2.1.1. O Quaternário e suas características

Os estudos do Quaternário no Brasil têm se preocupado com as variações climáticas e as mudanças que vem afetando o sistema climático global. Para tanto, é evidente associá-los aos processos evolutivos da paisagem no transcurso da história geológica da Terra. Assim, entender estas causas e evidências ocorridas no passado remoto, faz-se necessário pensar nas possíveis consequências que as próximas gerações sofrerão em decorrência dos efeitos drásticos causados pelo clima no planeta Terra.

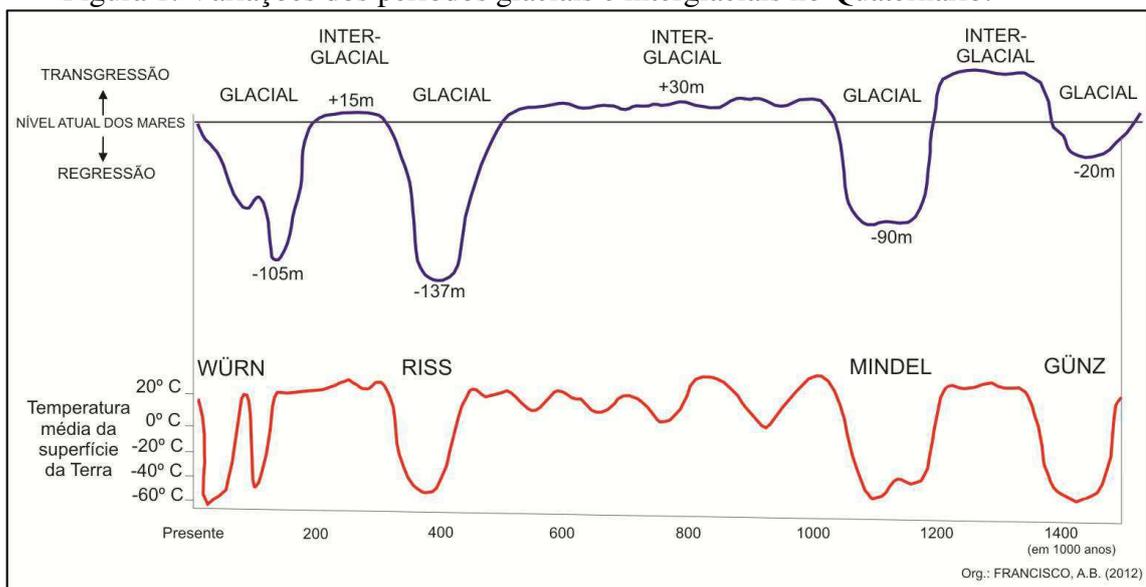
Para se entender a dinâmica climática do período Quaternário, vale salientar que durante a época Pleistocênica aconteceram dois conjuntos de diferentes processos que atuaram alternadamente, sendo que um deles submeteu a paisagem à uma degradação lateral em clima semiárido (épocas glaciais) com expansão das geleiras ou à dissecação em clima úmido (épocas interglaciais) acarretando em uma retração das geleiras (BIGARELLA, 2007). Desta forma, entende-se que a ação erosiva seria mais efetiva no período em que se registra a transição de um tipo de clima para o outro e, ainda assim, não mudando somente a cobertura vegetal; como também, causando grandes modificações nos vários processos atuantes na paisagem.

Segundo Suguio (1999, p.48), registra-se que “no Pleistoceno aconteceram ao menos quatro grandes fases glaciais e outras quatro fases interglaciais, as quais foram intercaladas

entre climas frio e úmido e quente e seco, respectivamente”. Desta forma, responderam pelo retrabalhamento das vertentes, deixando evidências paleoclimáticas na região intertropical do globo. Em decorrência disso, constataram-se mudanças na dinâmica pedogenética em direção ao último máximo glacial.

De acordo com a figura 1, onde é possível identificar as diversas fases glaciais e interglaciais, percebe-se a alternância dos climas globais ao longo da época quaternária, fazendo-se uma análise das quatro glaciações em destaque, desde suas origens até a atualidade.

Figura 1: Variações dos períodos glaciais e interglaciais no Quaternário.



Fonte: Disponível em: <https://alysonbueno.wordpress.com/2013/12/20/a-origem-da-terra-desenvolvimento-da-vida-e-a-recente-acao-humana-no-ambiente/>

Portanto, a figura acima mostra que as mudanças climáticas no Quaternário do Brasil aconteceram em virtude das interferências das fases glaciais intercaladas com as interglaciais advindas da Europa (PENTEADO, 1983). Sendo assim, no que concerne à época pleistocênica, o Gunz foi um período glacial que antecedeu o interglacial Gunz-Mindell; o Mindell, por sua vez, foi um interglacial mais longo que passou a ser intercalado com o Riss; desta forma, o Riss compreende ao período que antecedeu o Último Máximo Glacial que se intercala com o interglacial Riss-Würm. Por fim, a era do Würm é considerada a glaciação mais atual e está inserida dentro da época holocênia.

Com isso, houve mudanças na dinâmica fluvial ao longo do Último Interestádio para o Último Máximo Glacial, estas modificações ocorrem tanto por alternâncias climáticas como por eventos neotectônicos, isso porque nas regiões onde as condições climáticas eram rigorosas, favoreceram a desagregação mecânica das rochas (intemperismo físico);

originando-se um manto detrítico heterogêneo, com blocos e seixos procedentes das rochas provenientes dessas áreas localizadas em um relevo baixo, sobretudo em regiões acidentadas. Portanto, as principais alterações no sistema geomorfológico ocorreram por conta da transição Pleistoceno/Holoceno (SUGUIO, 1999).

Esse quadro climático bastante alterado no período Quaternário se deu em virtude de o mesmo ser marcado por intensas instabilidades no que tange às mudanças climáticas, sobretudo na zona intertropical do globo. Portanto, essas alternâncias de climas acarretaram em extremas modificações no quadro evolutivo da paisagem, não obstante, no favorecimento para a ocorrência dos processos erosivos atuantes na superfície terrestre.

2.1.2. As causas das glaciações

Há vários questionamentos acerca de quais seriam as causas que vêm acontecendo essas mudanças climáticas. O que se pode comprovar cientificamente por meio do tempo geológico, é que desde a formação do planeta e da constituição da atmosfera terrestre, o clima tem sofrido alterações através das eras geológicas, sobretudo a partir das grandes glaciações. Como assinala Souza *et. al.* (2005, p.29), alguns fatores têm papel importante na variabilidade do clima terrestre, a saber: “o ciclo das manchas solares, o efeito das erupções vulcânicas, as alterações do campo magnético e o ângulo da órbita terrestre, além, é óbvio, da intervenção humana no ambiente natural”.

Para reforçar ainda mais essas teorias, entende-se que “[...] existem vários mecanismos que causaram as grandes mudanças climáticas no Quaternário” (SALGADO-LABOURIAU, 1994, p.261). Para tanto, buscou-se estudar uma série de fatores que poderiam iniciar ou terminar uma glaciação e, assim, explicar os fenômenos que têm afetado essas modificações no clima.

A primeira hipótese está ligada as mudanças do relevo topográfico. Segundo a autora, “o levantamento de grandes cadeias de montanhas no final do Terciário iniciaria a glaciação por mudança no padrão dos ventos e das regiões anticiclônicas” (SALGADO-LABOURIAU, 1994, p. 261).

Outra evidência no sistema climático global é que houve mudanças de radiação por efeito de meteoros. Neste caso, se a energia solar não pudesse penetrar na atmosfera, a temperatura consequentemente baixaria e começaria uma glaciação.

Outra causa de modificação climática na história geológica da Terra, seriam as mudanças de radiação por efeito de vulcanismo. Segundo esta teoria, durante o Pleistoceno

houve fases de relativa instabilidade, motivos pelos quais poderiam se iniciar uma nova glaciação.

Dando continuidade a outras evidências no parâmetro das mudanças climáticas globais, estuda-se que houve variação na inclinação do eixo de rotação da Terra, especialmente durante todo o período Quaternário. Coube a Salgado-Labouriau se debruçar a teoria astronômica de Milankovitch, quando ressalta:

Milankovitch calculou que a inclinação do eixo da Terra muda de mínima a máxima a cada 41.000 anos aproximadamente. Esta e outras variações cíclicas orbitais do planeta resultariam em mudanças na quantidade de energia solar recebida pela Terra. Seriam estas as razões pelas quais existiram glaciações (SALGADO-LABOURIAU, 1994, p.263).

Para dar prosseguimento a estas teorias, outra evidência que diz respeito às variações climáticas no passado remoto, vem a ser acerca do ciclo solar, quando acredita-se que o aumento de sua atividade, além das manchas explicariam estas mudanças pretéritas, já que reforça justamente a teoria astronômica de Milankovitch.

Conforme enfatiza Suguio (1999, p.45), “o estudo dos paleoclimas estão intrinsecamente ligados as mudanças ocorridas nos períodos glaciais e das mudanças cíclicas glaciais/interglaciais, que se reproduziram durante o Quaternário”. Portanto, existem diversas possibilidades para se explicar suas causas, atuando em diferentes escalas temporais e espaciais. Desta maneira, a origem das variações paleoclimáticas é bastante complexa, resultante dos fenômenos astronômicos, geofísicos e geológicos, sendo os seguintes:

As primeiras evidências encontradas para se compreender ao estudo dos paleoclimas, diz respeito à variação da atividade solar, acarretando no aumento ou na diminuição da quantidade de calor que é irradiada a superfície da Terra, causando consequentes mudanças no clima. Para tanto, irá resultar nas “modificações no espectro da radiação solar, promovendo diferenças na redistribuição desta energia recebida pela própria superfície, mudando as dinâmicas de circulações atmosféricas e oceânicas, além das precipitações atmosféricas” (SUGUIO, 1999, p. 45-46).

A segunda teoria, conhecida como Teoria astronômica de Milankovitch, estudada desde o fim do século XIX, tem em sua base científica, a apresentação de uma curva de variações da insolação durante os últimos 500.000 anos e, mais tarde, de 1.000.000 de anos.

No que concerne aos princípios desta teoria, a insolação ou a radiação solar que incide sobre a superfície terrestre dependeria de alguns parâmetros planetários, entre eles: a excentricidade da órbita terrestre, a obliquidade da eclíptica e a precessão dos equinócios.

Essas propriedades da Terra são em partes responsáveis pelas mudanças climáticas naturais que têm principal consequência, os períodos glaciais e os interglaciais.

- A excentricidade da órbita terrestre (0 a 0,0067) teria um efeito sobre as variações da inclinação e da intensidade do campo geomagnético. Apresenta um ciclo com variação de 92.000 a 100.000 anos, sendo que estes valores aumentam as diferenças de duração e da intensidade entre o verão e o inverno. Neste caso, a excentricidade é devido ao Sol e a atração gravitacional exercida pelos outros planetas.

- Obliquidade da eclíptica ($21,5^\circ$ a $24,5^\circ$) caracteriza a inclinação do eixo da terra relativamente ao elíptico, ou seja, em relação ao plano da órbita. Neste caso, varia com um ciclo de 40.000 a 41.000 anos. Portanto, quando este valor for pequeno as diferenças sazonais tornam-se mais confusas, porém as zonas climáticas ficam melhores definidas.

- Precessão dos equinócios – corresponde à nutação (oscilação do eixo da Terra em torno da posição média de sua órbita, ora afastando-se ora aproximando-se do plano da eclíptica). Este movimento processa-se com uma periodicidade de 19.000 a 23.000 anos.

Em meio às respectivas hipóteses a respeito das mudanças climáticas globais, nota-se que durante o tempo que corresponde ao último milênio da história da Terra, de fato houve um clima mais frio no passado do que percebe-se atualmente e, uma consequente expansão das geleiras. Em contrapartida, estuda-se também a possibilidade de a produção de dióxido de carbono refletir nos climas atuais, fazendo com que as temperaturas aumentem consideravelmente, dificultando o resfriamento dos mesmos; havendo, assim, mudanças de nível de mar.

Ainda trazendo algumas contribuições para se tratar das evidências paleoclimáticas ocorridas ao longo do período Quaternário, Ayoade (2007) aborda algumas questões pertinentes aos estudos ambientais, quando destaca que para compreender as causas terrestres de mudanças climáticas, é importante se entender as mudanças do clima e suas respectivas variações terrestres. Portanto, concluiu-se que:

- 1) As mudanças na distribuição dos continentes e oceanos iriam acarretar em uma mudança na distribuição da energia, como consequência disso, haveria diferenças na circulação geral da atmosfera e no clima por causa das características térmicas das superfícies hídricas e continentais, resultando nas causas de migração polar e da deriva continental.

- 2) Houve mudanças no que diz respeito às localizações dos continentes e oceanos, fato que iria justificar se determinadas áreas estariam mais próximas ou mais afastadas dos pólos ou do Equador, refletindo no tipo climático predominante em cada região.

3) Assim como também existem teorias afirmando que houve mudanças na topografia dos continentes e dos oceanos. Com isso, este fato resultou na dependência de uma série de fatores, tais como: a influência exercida sobre o fluxo de ar, a insolação e outros elementos do tempo atmosférico, como a temperatura e a precipitação.

Ainda contribuindo com os estudos dos paleoclimas no Quaternário, Ayoade (2007) corrobora com Suguio (1999) e Salgado-Labouriau (1994) para explicar acerca das causas astronômicas no que tange aos ciclos de Milankovitch, quando afirma que as mudanças na geometria da Terra acontecem devido às mudanças na excentricidade da órbita terrestre, na precessão dos equinócios e na obliquidade do plano da eclíptica (AYOADE, 2007).

Ayoade (2007) fazendo menção às causas astronômicas para analisar acerca dos estudos paleoclimáticos, afirma que:

As flutuações na excentricidade da órbita terrestre causam variações na recepção de energia solar pela Terra. A distância do Sol a partir do centro da órbita eclíptica controla a distância da Terra ao Sol em diferentes épocas do ano, bem como a duração das quatro estações. Com isso, quanto menor a excentricidade da órbita eclíptica, menores serão as diferenças na duração das estações, e quanto maior a excentricidade, maiores serão as variações entre as mesmas. Já a precessão dos equinócios varia com a periodicidade de aproximadamente 22.000 anos. O termo se refere à mudança regular no tempo em que a Terra está a uma dada distância do Sol. Acredita-se que o deslocamento dos Solstícios e Equinócios é resultado da migração das estações do ano ao longo da órbita, sendo causada devido a atração gravitacional entre o Sol, a Lua e a Terra. E por fim, a obliquidade do plano da eclíptica apresenta uma periodicidade aproximada de 41.000 anos. Há uma variação na inclinação no ângulo da Terra de $21,8^\circ$ para $24,4^\circ$, em sua órbita em torno do Sol. Assim, uma diminuição na obliquidade da eclíptica diminuiria as diferenças entre as estações, mas aumentaria a distinção das zonas climáticas (AYOADE, 2007, p.213-214).

Desta forma observa-se que as causas das ocorrências de períodos glaciais intercalados por períodos interglaciais estão relacionadas com interferências astronômicas, geográficas, geofísicas e cósmicas comprovando seus efeitos resultantes desde as variações do movimento da Terra em relação ao Sol, com os fenômenos atmosféricos e oceânicos para buscar explicar as grandes glaciações e sua importância na posição dos continentes e, conseqüentemente, na atual configuração dos climas globais em consonância com as evidências paleoclimáticas do Quaternário.

2.1.3. Paleoclimas e a teoria dos Redutos e Refúgios Florestais

Ao adentrar no estudo dos paleoclimas para o desenvolvimento desta pesquisa e, no que tange aos aspectos teórico-conceituais, nota-se que dentro da própria Caatinga sertaneja pode ser encontrado resquícios de florestas e cerrados, causando alterações ambientais locais, e, desta forma, refletindo na dinâmica das mudanças climáticas e paleoecológicas; resultando, assim, na modificação da paisagem. Fato este que foi denominado por Ab'Sáber (2003) como 'enclaves ecossistêmicos' para designar a teoria dos Redutos e Refúgios Florestais, abarcando ciclos glaciais e interglaciais, enfocando o instável período Quaternário. Para reforçar esta ideia ainda em outras palavras, o mesmo corrobora que "houve a retração de florestas e expansão, conseqüentemente, de outros domínios de natureza, como é o caso dos Cerrados e Caatingas e seus ecossistemas associados" (*Ibid*, 2003, p.148).

Ainda no que refere-se às ideias de Ab'Sáber (2003), o mesmo afirma que no Nordeste brasileiro ocorreram grandes oscilações do nível oceânico durante o Holoceno. Sendo que as fases mais frias (glaciais) foram acompanhadas pelo rebaixamento do nível do mar, correspondendo à retração das áreas úmidas, com o avanço da vegetação aberta. Em contrapartida, nas fases mais quentes (interglaciais) houve uma elevação no nível oceânico, quando então seria perceptível que tivesse ocorrido maiores expansões das florestas nas áreas interioranas.

Partindo-se do pressuposto que "o período Quaternário apresenta em sua peculiaridade o resfriamento global do clima com o estabelecimento das glaciações [...]" (SUGUIO, 1999, p.243), é importante ressaltar que devido essas novas condições climáticas, a biosfera passou por transformações tanto em sua fauna como na flora, causando muitas extinções de espécies e várias apreciações. Obviamente, também veio influenciar nas mudanças paleoambientais naturais, como são os casos das evidências paleoclimáticas e paleogeográficas; como também, há de considerar forte impacto por meio do desenvolvimento tecnológico causado pelo homem.

Salgado-Labouriau (1994, p.272), afirma que "com o efeito das glaciações quaternárias, percebe-se que houve mudanças do nível do mar, fazendo com que se formasse a configuração atual dos continentes, modificada na transição do Pleistoceno Terminal para o Holoceno". Desta forma, como evidências de climas mais quentes que os atuais, havia épocas no Quaternário em que os glaciares tinham uma superfície menor que o presente e o gelo derretido forçosamente têm causado uma subida relativa do nível do mar.

Em decorrência dos estádios glaciais e interglaciais nas áreas continentais, notam-se evidências tanto geológicas como palinológicas. Por este motivo, as plantas se adaptam às mudanças climáticas pela modificação de sua área de distribuição, deixando depositado o seu pólen e seus esporos como o testemunho de sua presença em épocas antigas, tendo como resultados “a migração das plantas, a composição da vegetação e as flutuações climáticas durante o Quaternário” (SALGADO-LABOURIAU, 1994, p.256).

Conforme afirma Behling, dois registros palinológicos revelam as mudanças vegetacionais da região da Caatinga nordestina: o registro continental da Caatinga do campo de fósseis de dunas do médio do rio São Francisco e o registro dos sedimentos marinhos. Para tanto, descreve:

o primeiro registro com sedimentos datados em 10.990 anos A.P., revela condições climáticas muito diferentes das atuais. Da transição Pleistoceno/Holoceno até cerca de 10.540 anos A.P., o clima da região era úmido e relativamente mais frio que o atual, favoreceu o estabelecimento de uma floresta tropical exuberante com afinidade florística com as florestas da Amazônia e as da Costa Atlântica. E o segundo registro acerca do testemunho marinho do Pleistoceno Tardio, indica que a vegetação semiárida de Caatinga predominou entre >42.000 e 8.500 anos A.P. Entre 15.550 e 11.800 anos A.P., um expressivo aumento da precipitação foi detectado pelos autores como o período mais úmido registrado no Nordeste do Brasil (BEHLING, 2000 *apud* SOUZA, 2005, p. 68).

Levando em consideração o ponto de vista de Behling *et. al.* (2000), a partir das pesquisas palinológicas, percebe-se que foram registrados um clima mais frio em um passado remoto e, que as rotas de imigração das espécies uniram, no Pleistoceno Tardio, o bioma da Floresta Amazônica com o da Floresta Atlântica; evidenciando, obviamente, resquícios de outros tipos de vegetação na Caatinga no período Quaternário.

Ab’Sáber ao se referir às mudanças que têm acontecido nas áreas florísticas de algumas regiões do território brasileiro, corrobora que:

a desintegração da fitofisionomia dos domínios vegetacionais foram ocasionadas em decorrência dos efeitos paleoclimáticos, principalmente na época da última glaciação, no que cerne ao período Wurm-Wisconsin no Brasil, correspondendo a uma maior incidência entre 13.000 e 18.000 anos (AB’SÁBER, 1979, p.68).

Com isso, os paleoclimas da Amazônia têm afetado indiretamente o quadro climático, biológico e palinológico da porção semiárida nordestina, como também tem retraída a vegetação aberta junta a este bioma da Região Norte do país, favorecendo a uma série de fatores paleogeográficos e paleoecológicos. Dentre os quais:

- a) Houve um predomínio de condições ecológicas em faixa tropical estreita, que facilitaram os avanços dos Cerrados e Caatingas na Amazônia, tais como vem se estruturando significativamente no atual mosaico da paisagem brasileira;
- b) Diminuição das temperaturas das terras baixas amazônicas e a conseqüente queda da pluviosidade, com formação de refúgios por retração das massas florestais tropicais, sobretudo nos setores sul-ocidentais dos Andes;
- c) A presença de climas quentes e úmidos ou subúmidos, correspondendo à áreas de refúgios florestais (AB’SÁBER, 1979).

Para analisar a ideia de Suguio, o mesmo afirma que:

com o advento do Pleistoceno Glacial, correspondente à segunda metade desta época, houve expansão das calotas glaciais continentais pelo norte da Eurásia e da América do Norte e os paleoclimas e as paleovegetações transformam-se conspicuamente em função da alternância entre os estádios glaciais e interglaciais (SUGUIO, 1999, p.64).

Em conseqüência disso, houve “mudanças faunísticas e florísticas significantes no Quaternário, fazendo com que pudesse se reconstituir as flutuações paleoclimáticas desde épocas bastante antigas do Pleistoceno” (*Ibid*, 1999, p.64). Sendo assim, constata-se que na porção intermediária do período interglacial, o paleoclima passou a se tornar mais ameno e úmido. Logo, muitas transformações na paleovegetação se processaram em diferentes locais, principalmente no que diz respeito às passagens (fases intercaladas) dos estádios glaciais para os interglaciais e/ou vice-versa.

Como a formação geológica denominada ‘marmitas de gigante’ está inteiramente associada aos estudos paleoclimáticos do Quaternário, Guerra analisa.

[...] as regiões subtropicais e tropicais tornaram-se muito secas, em decorrência de uma baixa generalidade na precipitação, em nível mundial, ligada ao resfriamento das águas oceânicas. Em contrapartida, durante os episódios interglaciais são registradas condições úmidas, tropicais, mais generalizadas (GUERRA, 2015, p.509).

Para descrever acerca da ocorrência de paleoclimas durante o Quaternário, Guerra (2015) baseia-se nas mudanças ambientais, dando ênfase ao fato de que as mesmas estão associadas aos eventos glaciais e interglaciais, já que houve indícios de que realmente aconteceu um zoneamento climático global.

Para tanto, percebe-se que para que fosse entendido o estudo do Quaternário com maior precisão, as mudanças ambientais por meio de análises paleoecológicas e também do registro paleontológico, em pelo menos em uma escala regional, adotou-se que os indícios

palinológicos e de paleossolos, foram indicadores bastante favoráveis pela teoria geral glacial, sendo gradativamente confirmada pelos registros sedimentar, biológico e geomorfológico.

De acordo com Suguio, há se de considerar que existem duas hipóteses que venham elucidar o futuro do planeta Terra quanto às devidas mudanças climáticas. No entanto, são evidências nas quais estão sendo estudadas, a saber:

De um lado tem-se as evidências dos paleoclimatologistas, segundo as quais, o atual estágio interglacial (Holoceno) já persiste quase continuamente por cerca de 100.000 anos e, se as frequências dos antigos ciclos glacial-interglacial continuarem no futuro, deve-se iniciar um novo período glacial, possivelmente dentro de pouco tempo. De fato, se os efeitos calculados das variações da órbita terrestre forem projetadas para o futuro, deve-se esperar por uma expansão das calotas glaciais (SUGUIO, 1999, p.69).

Assim, considera-se que “se, por outro lado, a produção de dióxido de carbono continuar segundo a taxa atual, o presente estágio interglacial poderá tornar-se mais quente que atualmente, já que o advento da fase de resfriamento poderá ser retardado em até 2.000 anos” (IMBRIE & IMBRIE, 1979 *apud* SUGUIO, 1999, p.69).

Segundo o modelo paleoambiental utilizado pela Arqueologia brasileira e proposto por Ab’Sáber, houve evidências de paleoclimas no Quaternário do Brasil, já que:

Da alternância de períodos de seca e de umidade, com fragmentações da floresta seguidas por coalescência, teria, segundo a teoria dos Refúgios Florestais, resultado na atual distribuição de espécies endêmicas na Amazônia (AB’SÁBER, 1977).

Desta forma, o modelo propõe que a “América do Sul era caracterizada por um clima seco durante o Pleistoceno Terminal, o qual teria acarretado a expansão da Caatinga em regiões de Cerrado, e a expansão do Cerrado em regiões da floresta” (AB’SÁBER, 2003, p.243). Assim, o autor demonstrou um provável indicativo a respeito de suas abordagens conceituais relacionando-as as mudanças climáticas e morfológicas que proporcionaram a expansão e/ou de ecossistemas, abarcando ciclos glaciais e interglaciais, enfocando o instável período Quaternário.

De um modo geral, há de se enfatizar que no momento em que a semiaridez predominou, as florestas, por sua vez, recuaram por certos pontos mais úmidos. Por meio disso, nesse processo de retropicalização climática (pós última era glacial), as Caatingas foram abafadas, cedendo espaços para as florestas densas, úmidas, com grande biodiversidade (AB’SÁBER, 2003). Isso fez com que as florestas se espalhassem para os lados e a Caatinga

se concentrasse no interior, passando a denominar o que chamou de teoria dos Redutos ou Refúgios Florestais.

Diante do que foi visto, vale corroborar que um fator bastante relevante para se entender as variações climáticas advindas e percorridas durante o período Quaternário, vem a ser os indicadores paleoclimáticos e suas mudanças ocorridas nesta última fase do tempo geológico. Suguio (1999, p.65) fomenta que “as evidências paleoambientais foram resultados dos fenômenos naturais que preservaram o registro das condições pretéritas”. Desta forma, a partir de então se tornou possível fazer prognósticos mais precisos para os estudos dos climas.

Salgado-Labouriau *et. al.* (1994, p.279) afirmam que “os estudos palinológicos a partir da aplicação das técnicas em análises por registros sedimentares, permitiram uma melhor compreensão do complexo padrão das alterações nas diferentes formações vegetais brasileiras”. Essas modificações na paisagem, via de regra, foram decorrentes tanto das mudanças climáticas globais, quanto daquelas de origem antrópica durante o Quaternário. Segundo os referidos autores, os vestígios observados de interações ocorridas em outras épocas, entre os subsistemas mais lentos, como a atmosfera, permitem obter inferências climáticas do passado.

Com o intuito de contribuir para os estudos paleoclimáticos e suas conseqüentes mudanças climáticas, Souza afirma:

O cenário paleovegetal fornecido pela análise palinológica, apesar da falta de dados paleoecológicos sobre várias formações vegetais do Brasil, tem proporcionado subsídios à elucidação de vários problemas biogeográficos e importantes subsídios para o entendimento das flutuações climáticas que ocorreram no Brasil, especialmente durante o último ciclo glacial (SOUZA, 2005 *et. al.*, p.53).

Ante o exposto, é possível afirmar que o estudo das variações vegetacionais e, até mesmo, do clima, teve grande evolução, especialmente nas décadas de 1980 e 1990. Com isso, se obteve maiores informações e estudos detalhados na busca pelas distintas características paleoecológicas da área em estudo.

Em se tratando dos estudos paleoclimáticos do período Quaternário, nota-se sua grande importância na área das geociências, uma vez que estão inteiramente correlacionados com os processos evolutivos da paisagem. Com isso, foram surgindo indicadores das alternâncias climáticas que repercutiram nos processos geomórficos atuantes na área.

2.2. Metodologia

O referido trabalho científico foi desenvolvido a partir de um cunho descritivo, sendo este realizado por meio de uma série de pesquisas bibliográficas concernentes ao tema. Atrelado a isto, foi possível uma análise empírica *in loco* para a aproximação real das sucessivas discussões que foram propostas como objeto de estudo; a fim de se ter o entendimento do tema.

Para tanto, surgiram no decorrer deste trabalho, inúmeras etapas que foram pertinentes para as possíveis conclusões das análises que este tema buscou estudá-las. Portanto, as mesmas foram divididas por intermédio de três percursos distintos:

1. O levantamento bibliográfico: esta etapa foi realizada e concluída por meio de uma literatura de vários autores que representam uma diversidade de ciências, uma vez que a referida temática envolveu pesquisas na área da palinologia, paleoecologia, paleoclimatologia, etc.
2. O levantamento cartográfico: esta tarefa foi concluída por meio dos dados do Sistema de Posicionamento Global – GPS, no intuito de localizar a área estudada e produção do mapa de localização das marmitas;
3. O trabalho de campo: esta foi uma das partes principais para o desenvolvimento do enfoque teórico-conceitual desta pesquisa. A partir do estudo *in loco* acerca da formação geológica das marmitas foi possível registrar a presença das mesmas por meio de fotografias e, ao mesmo tempo, se fazer discussões pertinentes aos estudos dos paleoclimas para se ter um embasamento científico de uma maneira didática da área estudada.

3. INDICADORES PALEOCLIMÁTICOS

Para um detalhamento sucinto deste capítulo, dar-se-á um enfoque em três tópicos básicos: os indicadores pedológicos, os indicadores geomorfológicos e os indicadores biogeográficos. Para tanto, foi possível discorrer de forma explícita sobre os mesmos.

3.1. Indicadores Pedológicos

Um dos motivos primordiais para que alguns geomorfólogos e outros estudiosos de ciências afins se preocupassem em entender o período Quaternário para se compreender o passado geológico, as épocas recentes e, até mesmo o futuro próximo; tem sido focado notoriamente para a aproximação ao estudo dos paleoclimas. Sendo assim, fazer uma análise de como foram surgindo algumas evidências que pudessem comprovar as mudanças climáticas, com uma possível dedução mais precisa por meio dos conhecimentos prévios de muitos destes profissionais que têm se debruçado cientificamente ao analisar os climas da Terra, tem sido a melhor alternativa para conseguirem estudar a paisagem quaternária e suas consequentes mudanças nesta época geológica.

No que tange aos acontecimentos que têm surgido no transcurso da história geológica da Terra e, mais precisamente no Quaternário, foi-se registrado a presença marcante dos indicadores pedológicos em consonância com o estudo dos paleossolos, tendo como base à elucidação no que concerne aos aspectos paleogeográficos da paisagem, como também, estes permitirem a reconstituição das condições paleoambientais dos eventos pretéritos.

Sabe-se que na época do período Quaternário foram surgindo evidências que comprovaram a alternância dos climas na Terra, em virtude dos estádios glaciais e interglaciais se comportarem de maneira intercalada em meio às mudanças climáticas. Para tanto, a geologia do Pleistoceno buscou reconhecer que a partir do estudo dos paleossolos, tornar-se-ia possível obter informações acerca da natureza do paleoclima, bem como sobre os padrões da distribuição da vegetação e sua evolução na dinâmica da paisagem e, assim como, analisar os propósitos da ciência geográfica na preocupação de refletir ao que diz respeito à superfície do terreno (STEVENSON, 1969 *apud* BIGARELLA, 2007).

Deste modo, embora tivesse havido uma complexidade para se fazer essa análise, é explícito afirmar que os paleossolos estão inteiramente relacionados aos estudos

paleoclimáticos, uma vez que ao estudar certos perfis complexos de solos, a micropedologia⁴ conseguiu comprovar que foi possível haver um reconhecimento de períodos de estabilidade da paisagem na formação de solos, tendo a alternância de períodos de erosão e/ou deposição na época quaternária em distintos intervalos de tempo, sob condições climáticas favoráveis, para se fornecer muitas informações referentes à evolução da paisagem.

De acordo com Brandão *et. al.* (2016), os paleossolos encontrados nos enclaves úmidos passaram a ser bem diferenciados dos demais solos costumeiramente formados nas áreas áridas e semiáridas, uma vez que os primeiros apresentam horizontes extremamente definidos (A, B e C) em virtude das condições climáticas em épocas pretéritas propiciarem condições favoráveis para a formação vegetal e, conseqüentemente, em decorrência disso, o desenvolvimento significativo do perfil do solo.

Portanto, evidencia-se que durante a época pleistocênica, os paleossolos se encontravam cortados por inconformidades erosivas, com quebras da atividade pedogenética, além da presença de linhas de pedras marcando fases erosivas intensas devido à forte competência hídrica nas áreas áridas e/ou semiáridas; bem como a sedimentação de detritos nas vertentes (BIGARELLA, 2007). Neste caso, essas evidências comprovaram que esses solos se desenvolveram especialmente durante os períodos interglaciais, no momento em que as temperaturas eram mais elevadas.

Bigarella se referindo aos indicadores pedológicos presentes no Quaternário, reforça sua discussão a respeito desses processos geológicos passados e suas interferências nas flutuações climáticas ocorridas durante o Pleistoceno. Quando corrobora que:

[...] na coluna geológica, o desenvolvimento de um paleossolo, principalmente nas sequências quaternárias, implica na existência de uma fase de biostasia com pedogênese predominante durante a evolução geomorfológica da região. A presença de um paleossolo corresponde a um período de estabilidade no conjunto das sequências de ciclos de erosão e/ou deposição excessiva, características das fases resistásticas (BIGARELLA, 2007, p.556).

Fazendo uma análise sucinta do comentário acima, presume-se que o autor afirma que a formação de um perfil de solo se constitui por episódios de biostasia⁵, onde há a

⁴A Micropedologia ou Micromorfologia estuda a morfologia do solo por métodos microscópicos (ópticos e, menos frequentemente, por microscópios eletrônicos), utilizando com frequências técnicas de cortes em lâminas delgadas. A definição pode ser encontrada através do seguinte link, <https://books.google.com.br/BOOKS>. Acesso em: Agosto de 2018.

⁵Segundo Guerra (2015, p.90), esse seria um período durante a evolução geológica em que os seres vivos conseguiram atingir seu clímax e o seu desenvolvimento máximo, devido a extensa cobertura florestal em áreas continentais, graças à ausência de movimentos tectônicos ou vulcânicos e, sem modificações climáticas importantes.

predominância de processos pedogenéticos, estando este localizado na parte superficial do terreno. Portanto, em determinados locais em que a preservação é facilitada pelo relevo, é possível identificar a presença de um ou mais paleossolos inumados⁶; sabendo-se que a sequência dos mesmos permite estabelecer uma cronologia estratigráfica de um ou vários eventos pedogenéticos presentes na paisagem.

No entanto, as mudanças ambientais sub-sequentes a esses eventos nesta paisagem, passa a ser de caráter resistásico⁷, já que geralmente são acompanhadas de erosão com a destruição total ou parcial do solo. Com isso, tem-se como resultado a atuação do retrabalhamento do material pedológico e de sedimentação envolvendo o solo com os seus horizontes paralelos à superfície. Nessas condições torna-se necessário considerar os processos intempéricos, sejam eles erosivos, de transporte e deposicionais, bem como aqueles de caráter diagenético (FIRMAN, 1979 *apud* BIGARELLA, 2007) precedendo uma nova fase biotásica que conduz ao desenvolvimento de um novo perfil de solo, o qual pode se formar ou não sobre os remanescentes do antigo solo, modificando-o ou preservando-o; haja vista esses processos serem eles desencadeados através de mudanças climáticas e de nível de base.

Portanto, nota-se que os eventos que atuaram na dinâmica dos processos pedogenéticos também foram significantes para que houvesse modificação na paisagem quaternária, uma vez que os episódios de biostasia e resistasia tiveram fortes influências para as modificações climáticas e suas respectivas contribuições para o retrabalhamento do material pedológico e de sedimentação no que concerne aos materiais que estão expostos a superfície do terreno.

3.2. Indicadores Geomorfológicos

Ao se tratar acerca das evidências climáticas no transcurso do Quaternário, Ab'Sáber (1956-1957) analisando a rede hidrográfica do Nordeste Oriental afirma que:

é fato absolutamente fora de dúvidas que os rios nordestinos entalharam os grandes boqueirões do interior através de uma superimposição hidrográfica de tipo clássico e à custa de um volume d'água e um poderio de erosão muito maiores do que os atuais, assim como sobre um regime hidrológico inteiramente diverso (AB'SÁBER, 1956-1957).

⁶O paleossolo inumado ocorre onde a superfície do terreno está recoberta por depósitos mais recentes de natureza coluvial e/ou aluvial (BIGARELLA, 2007).

⁷Segundo Guerra (2015, p.542), esta época foi reversa a biostasia, uma vez que nesse período houve o desaparecimento de uma floresta devido a uma ruptura de equilíbrio climático e biológico. Sendo, portanto, uma fase de desequilíbrio.

Acredita-se que as condições físicas atuais não permitiriam aos rios oriundos do Planalto da Borborema seccionarem as rochas resistentes das formações antigas do cristalino, se no passado geológico não tivesse registrado ocorrências de vários ciclos de maior umidade por tempo mais longo, alternados por períodos de semiaridez. Portanto, torna-se evidente que os atuais vales desses rios provavelmente se formaram em épocas de maior pluviosidade e, que durante o Quaternário possuíam um regime pluviométrico competente a ponto de perfurarem as rochas expostas à superfície do terreno.

Diante desta análise, no que diz respeito ao comportamento do regime fluvial ao longo desse período Quaternário, percebe-se que na mudança dos climas (quente/seco e frio/úmido) grande parte dos rios tornaram-se intermitentes devido às chuvas concentradas, havendo grande variação nas descargas. Com isso, há um aumento na carga sólida do rio devido o processo acelerado de erosão, isso em virtude das vertentes ficarem desprotegidas. Como consequência disso, o próprio regime fluvial passa a ser permanente, em virtude desse aumento progressivo da descarga média dos rios e de sua capacidade de transportar esses sedimentos para o fundo do rio.

Pensando assim, Bigarella *et. al.*, (2007) concordam que tanto as pequenas flutuações do clima quanto as profundas mudanças climáticas tiveram grande importância para a construção das paisagens atuais, já que a partir do Pleistoceno ocorreram instabilidades climáticas extremas, nas quais passaram a se tornar indícios de indicadores geomorfológicos, sobretudo no que tange aos processos erosivos do Quaternário na zona intertropical do globo.

Conforme afirma Bigarella (2007, p.84), “a ação erosiva seria muito efetiva no período de transição de um tipo de clima para o outro”. Em decorrência disso, no Brasil, essa alternância climática representou dois grandes processos que agiram alternadamente: a degradação lateral durante os climas semiáridos (épocas interglaciais) e a dissecação das vertentes nos climas úmidos (épocas glaciais). Portanto, o autor analisa os fenômenos físicos que ocorrem no local de estudo, a partir de suas explicações sobre os níveis de base e dos processos de intemperismo mecânico, quando explica os efeitos das mudanças térmicas sobre as rochas da superfície terrestre.

Em conformidade com os fatos analisados, percebe-se que as variações climáticas deixaram modificações no quadro natural da paisagem quaternária, comprovando a existência de paleoclimas, sobretudo em áreas áridas e semiáridas, tendo como uma das causas – as erosões; e, em especial, a ação abrasiva das águas correntes geradas pelo processo de evorsão no qual pode ser denominado de ‘marmitas de gigante’.

Enfim, deduziu-se que a velocidade da água em um passado geológico relativamente recente (Pliopleistoceno) adquiriu grande potencial hídrico em drenagem perene nessas áreas mencionadas, facilitando para que o rio fizesse seu trabalho erosivo de forma intensa, a ponto de escavar seu leito; e, assim, formar um aglomerado de sedimentos clásticos e várias geoformas ocasionados em virtude do desgaste das rochas expostas na superfície do terreno.

3.3. Indicadores Biogeográficos

Atreladas aos processos erosivos para se entender as modificações nas paisagens atuais, Fernandes (2003) fala que as fases mais frias foram acompanhadas pelo rebaixamento do nível do mar, havendo a retração das áreas úmidas, tendo o avanço da vegetação aberta (Campo, Cerrado, Caatinga). Enquanto que as fases mais quentes relacionavam-se possivelmente ao nível oceânico mais elevado, quando deveriam ter ocorrido as maiores expansões das florestas (*Ibid*, 2003).

Em decorrência das variações climáticas advindas da época pleistocênica, houve as interligações pretéritas unindo a Floresta Amazônica à Floresta Atlântica em plena área semiárida, fazendo com que fosse registrada uma cobertura vegetal extremamente diferenciada (AB'SÁBER, 1977). Sendo assim, constatou-se evidências de uma Caatinga arbustiva, Caatinga arbustiva-arbórea, Caatinga arbórea-arbustiva, a mata seca e a mata sub-úmida.

Com isso, houve o processo de expansão dos Cerrados e a retração das Caatingas no Quaternário, mudando a fitofisionomia da complexidade e diversidade de paisagens, exigindo certas características climáticas, geomorfológicas, pedológicas, hidrológicas e das análises palinológicas do ambiente para se adaptar. Por isso que na concepção de Troppmair (2006), a teoria dos refúgios ecológicos está vinculada aos estudos paleoclimáticos, a fim de explicar a variação da distribuição espacial da cobertura vegetal, uma vez que a mesma pretende compreender a evolução e caracterização atual da fitogeografia brasileira.

Como se pode analisar, explica-se que “as mudanças na fauna e na flora foram significantes para descrever os estudos paleoclimáticos do Quaternário, fazendo com que pudesse haver a reconstituição das flutuações climáticas desde as épocas bastante antigas do Pleistoceno” (SUGUIO, 1999, p.43). Desta forma, notou-se que as modificações na evolução da paisagem em decorrência da paleovegetação teria se processado em diferentes locais, em consonância com as passagens das fases glaciais para as interglaciais; constando-se que na

porção intermediária do período interglacial, registrou-se um paleoclima mais ameno e úmido nas zonas áridas e/ou semiáridas.

Portanto, o período Quaternário está sendo registrado como uma época de pulsações climáticas na zona intertropical do globo. Em decorrência disso, nota-se que houve justamente mudanças no quadro evolutivo da paisagem, devido a alternância climática que vem acompanhando essa instabilidade nessa época geológica.

4. AS MARMITAS DO RIACHO OLHO D'ÁGUA, EM NAZAREZINHO-PB

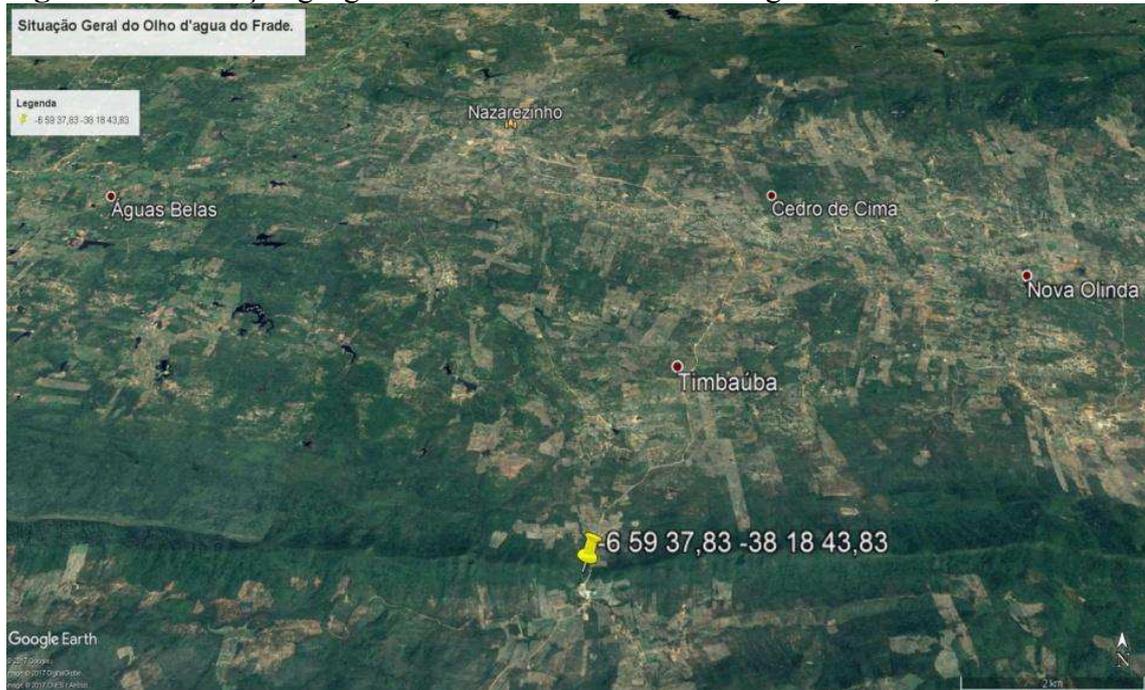
Como comprovação dos estudos dos paleoclimas na porção semiárida brasileira, dedicou-se a uma pesquisa de forma sucinta na busca pelo entendimento da análise da formação das marmitas na localidade do Olho D'água do Frade, no município de Nazarezinho-PB; no intuito de se aproximar dos questionamentos surgidos, para assim, se ter um embasamento teórico e empírico acerca da proposta apresentada pela temática em questão.

Este estudo se dedica, *a priori*, a hidrografia local. Sendo que, este município está inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, localizado na região do Alto Piranhas. Deste modo, sabe-se que todos os cursos de água nesta referida área, têm regime de fluxo intermitente com padrão da drenagem do tipo dendrítico.

Antes de adentrar ao estudo local, é importante se ter informações sucintas acerca das formações fisiográficas encontradas na região e, por que não dizer no Município, já que o mesmo é caracterizado de solos rasos e pedregosos que são derivados principalmente de rochas cristalinas e/ou também de rochas sedimentares. Portanto, sua vegetação atual é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia.

Conforme mostra a imagem 1 e, no que se refere à área de estudo, levando em consideração o ponto de vista geomorfológico, este Município está inserido na unidade geoambiental da Depressão sertaneja, na sub-divisão da Região Geográfica Intermediária Sousa-Cajazeiras e na Região Geográfica Imediata de Sousa. Logo, este território apresenta uma paisagem predominantemente dentro do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, com um relevo suave-ondulado na área, cortado por vales bem estreitos e com vertentes dissecadas, marcado também por Serras e Planaltos.

Imagem 1- Localização geográfica da comunidade Olho D'água do Frade, Nazarezinho-PB.



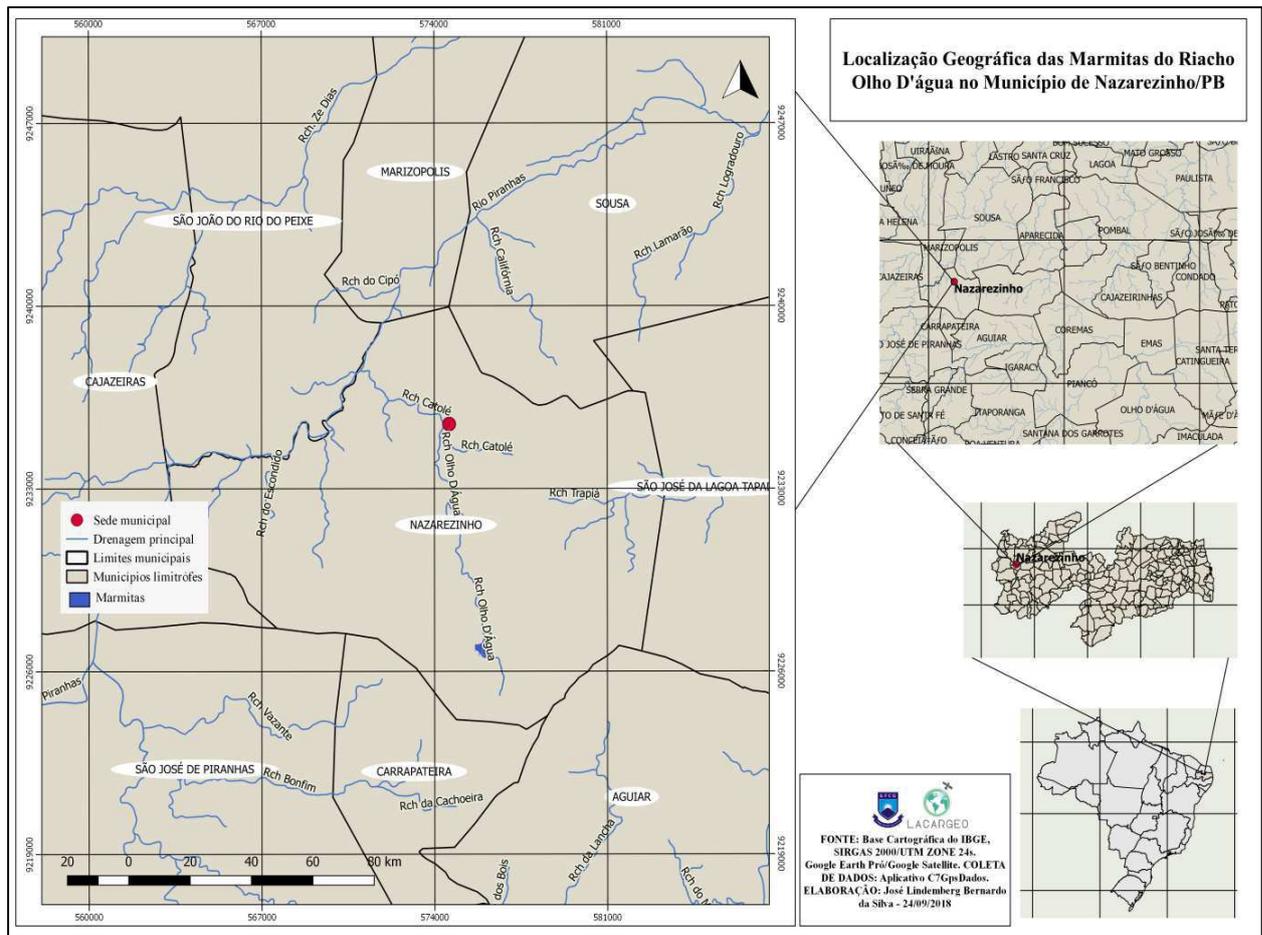
Fonte: *Google Earth*, Dezembro de 2017.

Essa porção do território paraibano possui elevações residuais, cristas e/ou outeiros que pontuam a linha do horizonte, sendo isolados a ponto de testemunharem que houve ciclos intensos de erosão diferenciada que atingiram parte do sertão nordestino; originado do pré-cambriano, percebe-se a presença dos inselbergs, os quais não foram encontrados nesta área de estudo, característicos da paisagem que se localiza na Depressão Interplanáltica do Semiárido da Região Nordeste.

Sabe-se que atualmente o clima encontrado na microrregião do município de Nazarezinho é predominantemente Tropical semiárido. Com isso, apresenta-se com temperaturas elevadas e baixa umidade ao longo de todo o ano.

Como pode ser observado no mapa 1, o referido município apresenta em sua rede hidrográfica: o Rio Piranhas e os riachos do Catolé, Caldeirão, Escondido e do Olho d'água.

Mapa 1: Localização geográfica das marmitas no riacho Olho D'água no município de Nazarezinho-PB



Fonte: DA SILVA, 2018.

Tratando especificamente, o riacho Olho D'água, este passou por alguns acontecimentos geológicos, entre eles o tectonismo⁸. Com isso, no passado geológico, em seu curso havia drenagem em forma de corredeira, favorecendo no passado remoto, um fluxo hídrico competente a ponto de desgastarem as rochas e, formarem as chamadas marmitas de gigante, devido às correntes de águas em grande quantidade, que se pode registrar na época do Quaternário. No entanto, esse rio atualmente possui um regime temporário, fato este que o faz sofrer com a escassez pluviométrica, permanecendo cheio em poucos meses do ano.

De acordo com Christofolletti (1980, p.65), “os rios constituem os agentes mais importante no transporte dos materiais que são intemperizados das áreas mais elevadas para as mais rebaixadas e dos continentes para o mar na superfície terrestre”. Em se tratando de índices paleoclimáticos em um passado remoto, analisando a formação das marmitas de

⁸Segundo Bigarella (2007), é possível ter-se evidenciado o fato de que o tectonismo atuante no Quaternário teria alterado a posição relativa dos níveis de erosão. Por esse motivo, acredita-se nessa possibilidade, muito embora destacasse que nesse período geológico as manifestações tectônicas tivessem caráter epirogênico brando e positivo.

gigante em plena área semiárida, acredita-se que houve na época Quaternária a presença de um clima úmido à subúmido, com mudanças na fauna e na flora local e, em decorrência de uma paisagem diferenciada, graças à competência hídrica, tornava-se possível a predominância de um rio perene que drenava esta área de estudo. Portanto, registrou-se no Riacho Olho d'água algumas marmitas expostas ao leito do mesmo, sendo estas de várias dimensões em virtude de seus comprimentos em sua boca, com também devido sua profundidade.

Imagem 2: Marmita e sedimentos de fundo.



Fonte: Autor, 2018.

A Imagem 2, demonstra a primeira marmita fotografada em trabalho de campo, sendo esta caracterizada por apresentar dimensões aproximadas no que diz respeito a larguras com 3,10 m (eixo maior) e 2,40 m (eixo menor) de abertura; bem como, foi medida uma profundidade em torno de 2 m.

Imagem 3: Marmita preenchida pela água das chuvas no riacho Olho d'água.



Fonte: Autor, 2018.

Na Imagem 3, foram registrados os dados obtidos por meio do trabalho de campo e em destaque, observa-se uma marmita com dimensões de 4,70 m (eixo maior) e 4,05 m de (eixo menor) de abertura e aproximadamente, 1,88 m de profundidade.

Imagem 4: Marmita preenchida por areia e pequenas partículas de argila.



Fonte: Autor, 2018.

Na Imagem 4, observa-se que devido à ausência da forte competência hídrica no regime pluviométrico atual, a mesma encontra-se preenchida por areias de diversas

granulometrias e de argila em sua base rochosa. Portanto, segundo medidas aproximadas, calculou-se que esta apresenta dimensões de 3,14 m(eixo maior) e 2,70m (eixo menor) de abertura; assim como, 0,86 m de profundidade.

Imagem 5: Marmita nivelada pela atuação da água corrente em sua base rochosa.



Fonte: Autor, 2018.

A Imagem 5 mostra a representação da última marmita observada no trabalho de campo, sendo esta localizada na área mais a jusante do leito do riacho Olho d'água, suas dimensões de valores aproximados são: 5 m (eixo maior) e 1,75 m (eixo menor); além de uma profundidade registrada em torno de 1,30 m.

Conforme afirmam alguns geomorfólogos do período Quaternário, a formação geológica denominada “marmitas de gigante” foi uma comprovação de registros de bastante relevância para a elucidação dos paleoclimas no semiárido nordestino e, em especial no Olho d'água do Frade, localizado na porção Sul do município de Nazarezinho-PB. Desta forma, os mesmos analisam que estes depósitos mais comuns são formados em pequenas ou grandes dimensões e, que são vulgarmente conhecidos pela comunidade local como “tanques” ou “pingos”, ocorrendo em todos os estados da Região Nordeste do Brasil, geralmente junto a antigas drenagens, justamente nas épocas em que havia mais água no leito dos rios e, conseqüentemente, promoveram desgaste em rochas cristalinas.

Tal processo, assim estudado, (as marmitas) comprova por meio de evidências paleoecológicas que esses registros tiveram sua gênese associada às variações paleoclimáticas e ciclos peculiares de pedogênese e morfogênese, durante o Quaternário, modificando assim,

os aspectos fito-fisionômicos da paisagem na porção semiárida nordestina, sendo, portanto, bons indicadores de climas úmidos em um passado geológico recente.

O trabalho de entalhamento e desgaste das rochas pela ação fluvial é produzido através da ação da água associada aos sedimentos transportados, desta forma, deduziu-se que “[...] na largura, profundidade e na forma do canal, depósitos de pequenos sedimentos de rochas no leito dos rios e em suas margens, possuindo competência suficiente para movimentar este material detrítico, carregando a água por solução, suspensão e saltação” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.69).

Conforme sintetiza Bigarella (1964, p.68), “o perfil longitudinal dos rios só é mantido quando a entrada e a saída de sedimentos se equilibram, o que é função da relação entre a carga e a descarga fornecidas pela bacia de drenagem”. Portanto, para não se ter processos erosivos significantes no leito dos rios e no fundo dos vales, cabe ao sistema fluvial permanecer em equilíbrio com o escoamento superficial, a vegetação, a litologia e os solos de uma determinada área. No entanto, para ocorrer um processo reversivo ao mencionado acima, mesmo em condições “naturais” são as mudanças climática e tectônica os fatores mais significativos para que haja modificação no regime fluvial, sendo que o primeiro torna-se mais efetivo, embora ocorra em curto prazo.

Tomando por base a ideia de Bigarella, o mesmo também enfatiza as ocorrências climáticas no Quaternário, dando enfoque aos processos erosivos neste período geológico, assim:

[...] os cursos d’água teriam possibilidade de se encaixar, sendo a abrasão mecânica do leito facilitada pela presença de detritos mais grosseiros resultantes da morfogênese mecânica vigente sob clima seco, e por se apresentar o fundo do vale recoberto pelo material aluvial pouco coerente depositado na fase anterior (BIGARELLA, 1964 *apud* PELOGGIA, 1998, p.86).

Em consequência dos processos erosivos, em virtude da passagem do clima seco para o úmido, nota-se que houve um aumento significativo da descarga ocorrido concomitantemente com o avanço das vertentes pela vegetação. Esta é, portanto, a situação natural, resultante das modificações da paisagem quaternária com sua evolução, controlada pelos efeitos bioresistáticos da ação climática e, eventualmente pela ação tectônica.

Há de constatar-se que o que tem sido observado atualmente é uma profunda modificação nos processos atuantes na evolução da paisagem, pela ação humana, tendo sido substituída a aluviação holocênica pelo progressivo aterramento das planícies no decorrer dos

anos; e pelo assoreamento dos canais pela sedimentação correlativa à erosão acelerada (PELOGGIA, 1998).

Desta forma, há também de se mencionar que durante o Quaternário realmente houve a predominância de um clima úmido em plena área semiárida. Quando Bigarella (1964, p.86) afirma que “foi-se registrado uma época de degradação por erosão, ocasionada por processos geomórficos atuantes e a geração correlativa dos sedimentos, resultantes da ação das águas correntes sobre as rochas no leito dos rios”. Neste caso, em locais onde ação erosiva esculpia as rochas devido a velocidade das águas, grande parte das partículas sedimentares acabavam que se chocando na base dos paredões rochosos; e, assim, dar-se-ia o processo de incisão, ou seja, aconteceria uma desintegração mecânica sob esse material, muito embora os canais fossem resistentes e coesos, tais como em rochas cristalinas, aluviões e cascalhos cimentados.

A erosão fluvial também chamada de erosão normal, natural ou geológica é o trabalho da modelagem do relevo feito pelos rios, fazendo com que o próprio sistema em sua dinâmica sofra alterações, acarretando em um processo de destruição tanto de ordem mecânica como de ordem química denominado de corrosão⁹. Para que isso aconteça, sabe-se que ocorre o transporte dos materiais sólidos em suspensão ou em dissolução, tendo o seu estágio final, a deposição desses sedimentos que chegam a atingir o leito dos rios e suas margens.

Um dos tipos de agentes erosivos nas rochas é a corrosão¹⁰. Sendo este, um processo de erosão fluvial que se dá pelo desgaste mecânico, potencializado pela presença de material grosseiro como areias, seixos e pequenas partículas na base dos paredões rochosos, provenientes do intemperismo mecânico ou meteorização. Segundo Penteado (1978, p.85) “é o processo mecânico de desgaste pelo atrito gerado pelo turbilhonamento da água carregada de elementos sólidos. Este desgaste abrasivo dá o polimento à superfície do leito”.

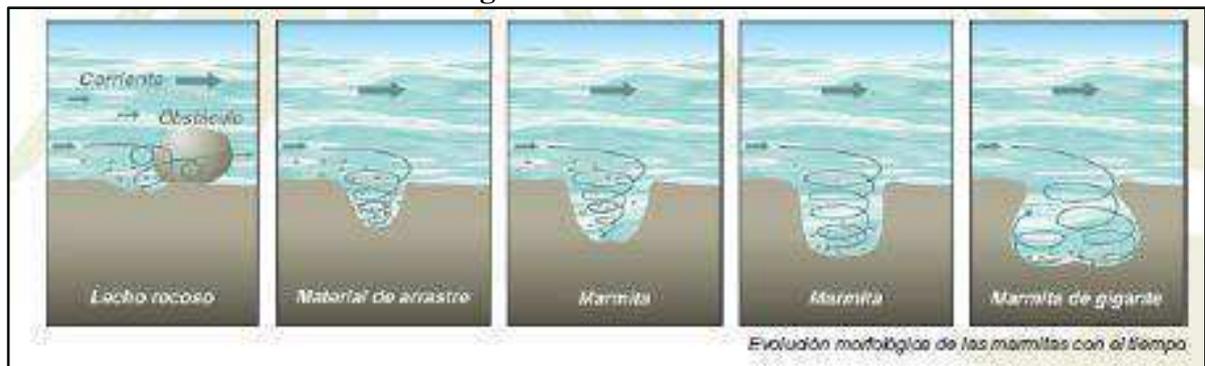
Christofoletti (1981) ainda destaca que em bacias hidrográficas onde predomina o intemperismo mecânico há fragmentos grosseiros a serem transportados, potencializando significativamente o poder abrasivo dos rios, situação que não ocorre em áreas onde o intemperismo químico atua com maior intensidade, pois este fornece material de granulometria de sedimentos finos como areias e argilas, transportadas em solução e suspensão, apresentando baixo poder de abrasão, modelando o leito dos rios mais como agentes polidores; sendo assim, a corrosão está diretamente ligada à carga do leito do rio.

⁹ Termo designado por Guerra (2015, p.164) para se referir a um fenômeno de destruição das rochas por efeito da decomposição química realizada pelas águas correntes.

¹⁰ O termo corrosão refere-se ao desgaste exclusivamente mecânico da rocha pela ação de materiais que se movem sobre a superfície, seja pelos movimentos de massa nas vertentes pela força da gravidade, ou pelos agentes de transporte que exercem a ação erosiva, implicando em uma ação abrasiva (BIGARELLA, 2007).

Desta forma, Cunha (1998, p. 231) afirma que “a capacidade de erosão das águas depende da velocidade e turbulência, do volume e das partículas por elas transportadas em suspensão¹¹, saltação¹² e rolamento”. Como pode-se observar na figura 2,e, em consonância com a atuação desses agentes erosivos no fundo do leito dos rios e nas margens, é pertinente salientar que a dinâmica fluvial, principalmente a velocidade do fluxo e pontos de turbilhonamento pode desencadear uma das formas resultantes pela corrasão para a formação das marmitas, denominada de evorsão.

Figura 2: Processo de Evorsão



Fonte: <http://www.geoparquewilluercas.es/wp-content/uploads/2015/02/32-Marmitas-gigante.pdf>. Acesso em 22/10/2018.

Segundo Penteadó (1983) a evorsão é uma variável da corrasão que ocorre pela pressão do movimento turbilhonar no fundo do leito, escavando depressões conhecidas popularmente por “marmitas”. Analisando o ponto de vista de Christofolletti (1980, p.69), quando este atribui um conceito para o termo, afirma que “esse processo gera depressões circulares de vários tamanhos, originada pelo movimento turbilhonar da água sobre as rochas do fundo do leito do rio”.

Guerra (2015, p.132) reforça que existe outro processo de erosão fluvial chamado de cavitação. Para ele, “[...] este acontece apenas sob condições de grande velocidade da água, quando as variações de pressão, ao incidirem nas paredes do canal fluvial, facilitam a fragmentação das rochas”. Portanto, esse processo ocorre frequentemente nos rios, ocasionando desgastes nas rochas por efeito da gravidade, já que estão situadas em áreas bastante acidentadas. Porém, ao debruçar ao estudo das marmitas, busca-se um foco especial ao processo de evorsão. Este que acontece através da erosão por atuação mecânica sobre a

¹¹ É uma forma de transporte de sedimentos de textura fina feita pelos rios, predominando as argilas e os siltes (GUERRA, 2015).

¹² Segundo Guerra (2015, p.558), esse tipo de transporte fluvial somente acontece quando os sedimentos são transportados por rolamento e no curso do rio batem em algum obstáculo, e saltam, não o tempo todo, voltando a ser transportados por rolamento.

ação abrasiva, de forma que geralmente se dá por meio do impacto das partículas que são carregadas pela água, levando consigo pequenos seixos, areia e cascalhos.

Com isso, é justamente o poder abrasivo das águas correntes, que acaba escavando a base rochosa, devido o transporte dos sedimentos e, resultando na formação das ‘marmitas de gigante’. Em decorrência disso, o atrito que vem ser ocasionado, quando escavadas, terão como resultado as depressões mais ou menos circulares no leito dos rios e no fundo, das quais se encontram seixos e areias. Portanto, com o decorrer do tempo, estas depressões aumentam de dimensões e os seixos que estão no seu interior tendem a ficar esféricos, existindo marmitas com vários metros de diâmetro e profundidade.

Para Vitte e Guerra (2004, p.24), “as marmitas são buracos que aparecem no leito dos rios produzidos pelas águas turbilhonares.” Desta forma, para fomentar a ideia desses autores, leva-se em conta que esses buracos aparecem, comumente, logo após uma cachoeira, ou então onde há um rápido desnível. Conforme pode ser visto na imagem 6, esses materiais transportados no percurso dos cursos dos rios, são carregados pelas águas para as partes mais rebaixadas, fazendo o movimento giratório, e, conseqüentemente, finaliza o trabalho erosivo. Sendo, no entanto, o leito do rio de rocha resistente (dura) ou compacta.

Imagem 6: A formação das marmitas no riacho Olho d'água, Nazarezinho-PB.



Fonte: Autor, 2018.

Sabe-se que “os agentes atmosféricos são as causas principais dos desgastes, tanto por ação mecânica como pela ação química dos materiais sólidos primitivos” (GUNTHER, 1929, p.153). Por esta razão, percebe-se que a ação atmosférica, por si só, não basta para originar variações dos lugares. Todavia, essas ações também são produzidas pelos processos erosivos, onde o trabalho superficial, sobretudo nas vertentes dos rios, estão submetidos, aos materiais do terreno por agentes mecânicos e pelo processo de denudação; que quando é provocado pelas águas correntes, acarreta no que pode-se chamar de ablação¹³.

Para fins de discussão, cabe enfatizar que o processo de corrasão pode ser exteriorizado em três formas, a saber: por avanço (erosão progressiva), lateralmente e por retrocesso (erosão regressiva). É justamente o primeiro onde a água corrente ataca as paredes do vale, criando condições para haver o desgaste do leito dos rios, superando os obstáculos ali encontrados graças à força proveniente das águas correntes em grande intensidade. Portanto, “[...] esses materiais pequenos são arrancados por desgaste e carreados pela força da gravidade, que pouco a pouco vão cavando os paredões rochosos formando buracos circulares de pequenos ou de grandes dimensões” (GUNTHER, 1929, p.159).

¹³De acordo com Guerra (2015, p. 11), é o mesmo que erosão, no sentido restrito de destruição das formas do relevo pelos agentes exodinâmicos ou mais propriamente de transporte do material meteorizado.

Diante do exposto, é correto afirmar que o estudo dos paleoclimas e as consequentes variações climáticas do Quaternário têm suas contribuições para a evolução da paisagem. Não obstante, entender essas ocorrências atuando na modelagem do relevo, sobretudo no que diz respeito à formação das marmitas. Desta forma, conclui-se que a água corrente atua sobre as rochas que estão na superfície fazendo um rápido movimento giratório tendo competência hídrica suficiente para promover o desgaste nas mesmas e, ao mesmo tempo, leva consigo areia e seixos arredondados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ante o exposto, nota-se a preocupação de alguns estudiosos em compreender a dinâmica ocorrida no transcurso do período Quaternário e suas transformações nas mudanças climáticas no planeta Terra. Desta forma, este trabalho teve como foco principal estudar as ocorrências dos paleoclimas na zona intertropical do globo, especialmente no Nordeste Oriental brasileiro, mais precisamente no riacho Olho d'água, localizado no município de Nazarezinho, Paraíba.

Portanto, sabe-se que a formação das marmitas são comprovações concretas de variações climáticas decorrentes das fases glaciais e interglaciais em um passado remoto, onde surgiram evidências de um clima úmido à sub-úmido na área semiárida do Nordeste brasileiro e, que esses enclaves ecossistêmicos foram capazes de modificar a fito-fisionomia da paisagem a partir das variações paleoclimáticas e paleoecológicas atuantes na região.

No entanto, percebeu-se que analisar o estudo dos paleoclimas é uma tarefa bastante complexa, uma vez que para se entender as causas dessas variações climáticas, necessitou-se debruçar às outras ciências afins, tais como: a paleoecologia, paleoclimatologia, palinologia, etc. Com isso, foi-se possível compreender a dinâmica evolutiva da paisagem por meio dos modelos paleoambientais e paleoecológicos para que fosse possível descrever a ocorrência dos climas na zona intertropical do globo; pegando como fatores primordiais: os indicadores pedológicos (paleossolos), os indicadores geomorfológicos (os processos erosivos) e os indicadores biogeográficos (a teoria dos Redutos e Refúgios Florestais).

Por fim, pode-se concluir que este trabalho foi resultado de muito esforço e dedicação, porém é conveniente salientar que o mesmo não foi finalizado; uma vez que está susceptível à alguns reparos e, que pode ser aprofundado por outros estudiosos. Desta forma, pretendeu-se trazer breves contribuições da Geografia Física para a academia, a fim de demonstrar a importância da mesma para a ciência geográfica, fazendo alusão, obviamente, a relação homem-natureza onde este está inserido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. **Significado geomorfológico da rede hidrográfica do Nordeste Oriental Brasileiro**. In: Anuário da Faculdade de Filosofia “Sedes Sapientiae” da Universidade Católica de São Paulo, pp. 69-76. São Paulo: 1956-1957.

_____. **Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários**. Paleoclimas, São Paulo, IG-USP, n° 3, 1977.

_____. **Os mecanismos de desintegração das paisagens tropicais no Pleistoceno**. Interfaces Escritos e Documentos. São José do Rio Preto: IBILCE – UNESP, n° 4, 1979.

_____. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas** / Aziz Ab'Sáber. – São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AYOADE, J. O. **Variações e mudanças climáticas**. In: Introdução à Climatologia para os Trópicos. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BEHLING, H.; ARZ, H. W.; PATZOLD, J. & WEFER, G. **Late Quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104-1**. Quaternary Science Reviews, 2000.

BIGARELLA, J. J. **Variações climáticas no Quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná**. Boletim paranaense de Geografia, Curitiba, v.10, n° 15, 1964.

_____. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais** / João José Bigarella, Rosimari Dora Becker, Gilberto Friedenreich dos Santos. – 2. ed. – Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007.

BRANDÃO, Marcelo Henrique de Melo et al. **Prováveis ocorrências de enclaves úmidos no alto sertão paraibano**. REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE. Número Especial, V. 2: III Simpósio de Geografia Física do Nordeste – Caicó/RN. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10517>. Acesso em: 28 set. 2018.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia** / Antônio Christofolletti. São Paulo: Blucher, 1980.

_____. **Geomorfologia fluvial** – v. I. O canal fluvial. São Paulo: Edgard Blucher, 1981. 313 p.

CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia fluvial. IN: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 211-242 p. Disponível em: <https://www.astronoo.com>artigos>excentricidadedaorbitaterrestre.com.br>. Acesso em: Jan. de 2018 às 4:58 PM.

FERNANDES, A. **Conexões Florísticas do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2003.

GUERRA, Antônio Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico** / Antônio Teixeira Guerra e Antônio José Teixeira Guerra. 11 ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

GUNTHER, Siegmund. **Geografia Física**. Traducido de la 4 edición alemana por Carlos de Salas. Segunda edición. – Editorial Labor, S. A.: Barcelona – Buenos Aires, 1929.

PELOGGIA, Alex. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo** / Alex Peloggia. – São Paulo: Xamã, 1998.

PENTEADO, Margarida Maria. **Fundamentos de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 180 p.

SALGADO-LABOURIAU, Maria Léa. **História ecológica da Terra** / Maria Léa Salgado-Labouriau. – São Paulo: Edgard Blucher, 1994.

SOUZA, Célia Regina de Gouveia (ed.) **Quaternário do Brasil** / editores, Célia Regina de Gouveia Souza, Kenitiro Suguio, Antônio Manoel dos Santos Oliveira, Paulo Eduardo de Oliveira. – Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2005.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro?)** / Kenitiro Suguio. – São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999.

TROPPEMAIR, Helmut. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 7. ed. Rio Claro: Divisa, 2006.

VITTE, Antônio Carlos; GUERRA, Antônio José Teixeira (organizadores). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.