

OS PALEOCLIMAS QUATERNÁRIOS, O BREJO DE ALTITUDE E A TEORIA DOS REFÚGIOS

Antonio Carlos de Barros Corrêa

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Ciências Geográficas - Curso de Mestrado em Geografia
CFCH - Campus Universitário - Recife PE
acbc@npd.ufpe.br

Abstract. The aim of this paper is to provide a general account on the contribution of paleoclimatological approaches to the understanding of contemporary highland landscapes of Northeastern Brazil. Some of the larger residual reliefs, that emerge from the vastly pedimented semi-arid depressions, have experienced severe climatic changes throughout the Quaternary as a response to high/mid-latitude glacial/interglacial cycles. The consequence of that was environmental instability and shifting ecological patterns, that associated dry/glacial phases with the expanse of open vegetation and increased morphogenesis, whereas humid/interglacial phases with forest assemblies and pedogenesis. Notwithstanding the upper surfaces of such highlands might have benefitted from orographic precipitation during most of the Quaternary, thus constituting refuges and speciation core areas for species that otherwise would have perished to the many alternating dry spells.

Keywords: Quaternary Paleoclimatology, Environmental Changes, Refuges

Introdução

A paleoclimatologia refere-se ao estudo do clima através do tempo geológico: busca suas evidências, antes de mais nada, no registro geológico propriamente dito. Contudo a interpretação deste material depende do concurso de ciências diversas e a compreensão dos eventos paleoambientais do Quaternário submete-se a uma abordagem interdisciplinar que envolve tanto as geociências quanto as ciências biológicas. Desta forma, o estudo dos paleoecossistemas baseia-se numa metodologia variada, abrangendo dados sedimentológicos, estratigráficos, geomorfológicos, climatológicos, botânicos, zoológicos e biogeográficos.

No interior semi-árido do saliente nordestino, onde predominam as associações vegetais xerofíticas representadas pelas diversas formas de caatingas, os relevos residuais que se erguem da superfície geral de aplainamento da região (Superfície Sertaneja ou Pd1), a ponto de se beneficiarem dos fluxos atmosféricos úmidos de sudeste, ou das perturbações convectivas de N e NW, constituem verdadeiros mesoclimas úmidos, refúgios de vegetação florestal isolados pela semi-aridez circunjacente. Essas serras úmidas são tradicionalmente mencionadas pela literatura ecológico-geográfica regional como brejos de altitude. Aceita-se que as espécies florestais alcançaram os topos e vertentes úmidas desses compartimentos elevados do relevo nordestino em épocas de maior umidade, quando da existência duma cobertura florestal

regional sem solução de continuidade (ANDRADE-LIMA 1982).

A elucidação completa dos fluxos migratórios que levaram à colonização dos brejos nordestinos por espécies florestais de afinidades florísticas diversas não se faz sem uma compreensão dos eventos paleoclimáticos que, durante o Quaternário, por diversas vezes, restabeleceram ao *core* semi-árido do Brasil condições de umidade, e de temperatura, favoráveis a expansão das florestas por sobre as formações xerófilas abertas hoje preponderantes.

Os Brejos e a Teoria dos Refúgios

A teoria dos refúgios, segundo PRANCE (1982), pressupõe que as flutuações climáticas do Pleistoceno¹,

¹ Obviamente, as grandes mudanças climáticas nas latitudes médias e altas dificilmente não repercutiriam nos trópicos e subtropicais. Para VAN ANDEL (1987), há tempo se reconheceu que nas latitudes intertropicais o clima que precedeu o presente foi, em diversas partes, mais úmido. Assim atestam os níveis de lagos na África oriental e no Oriente Médio. Contudo a evidência de campo demonstra que o clima nas regiões não glaciadas estava longe de ser uniformemente mais úmido que o atual. Ocorre que as zonas temperadas, subtropicais e tropicais estiveram comprimidas em direção ao equador durante as fases glaciais. Assim, o Sahara setentrional recebia as precipitações que atualmente ocorrem no

que trouxeram períodos glaciais frios e interglaciais tédidos às latitudes médias também afetaram as latitudes intertropicais. Aos glaciais corresponderiam então, nos trópicos, épocas de clima mais seco que o atual e com rebaixamento da temperatura média anual da ordem de 4° a 6°C. Estes períodos, aparentemente, causaram redução na cobertura florestal e sua substituição por formações vegetais abertas do tipo savana (cerrado) ou caatinga. A teoria dos refúgios afirma ainda que os biomas florestais e não florestais se modificaram continuamente em sua distribuição durante o passado geológico; dividindo-se em compartimentos isolados e, outra vez, se expandindo e coalescendo sob as condições climáticas cambiantes, entre umidade e aridez, ao longo de certos intervalos do tempo geológico, especialmente durante o Quaternário. De acordo com esta teoria, populações vegetais e animais se isolaram em refúgios ecologicamente favoráveis durante as fases climáticas adversas. Tais refúgios passam a ser então de grande interesse biogeográfico, como centros de dispersão de espécies, e evolutivo, como áreas de origem de novas espécies (especiação) devido ao isolamento geográfico.

No caso dos brejos nordestinos, a reconstituição paleoclimática do Quaternário é imprescindível para o entendimento das paisagens naturais assim como as encontramos na atualidade. Em vista da grande estabilidade paleogeográfica do nordeste brasileiro durante o Terciário não há como relacionar a enorme diversidade florística atual da região, ao nível das espécies e subespécies, a verdadeiros eventos geológicos, de caráter tectônico, de vicariância. Para MABESONE & CASTRO (1975), a própria elaboração da Superfície Sul-americana, Pd2 de Bigarella, a partir do Mioceno, deu-se sem ruptura do equilíbrio biorresistásico, logo sem maiores mudanças climáticas, apesar do contínuo e gradual alçamento epirogenético da região. Segundo VAN DER HAMMEN (1982), o Terciário foi ainda um período de expansão dos campos de savanas, que dominaram a vegetação do Brasil tropical até o Plioceno, quando do advento de severas mudanças climáticas, com alternância de até 20 ciclos glacial/interglacial até cerca de 11.000 anos a.p., que causaram a ruptura do equilíbrio climato-botânico regional, resultando no

Mediterrâneo, pois a zona de altas pressões polares deslocada para o sul defletia as depressões associadas ao regime de chuvas de inverno para posições mais meridionais. Da mesma forma a célula de altas pressões subtropicais comprimida para o sul engendrava climas mais áridos no atual domínio dos climas tropicais estacionais. O mesmo esquema operando em sentido inverso para o hemisfério sul explica a expansão dos climas áridos/semi-áridos na América do Sul tropical durante os episódios glaciais do Quaternário.

mosaico atual de formações vegetais. Percebe-se então a importância da interação entre a gênese do relevo pocíclico e a expansão/retração dos biomas regionais.

Mudanças ambientais no Quaternário continental do Nordeste

O Quaternário caracterizou-se por sua grande instabilidade ambiental. As mudanças climáticas extremadas entres épocas glaciais e interglaciais exerceram enorme impacto sobre os ecossistemas continentais do trópico sul-americano. Estudos geológicos indicam mudanças nas condições de erosão, sedimentação, e regime hidrológico, denotando climas mais úmidos ou mais secos que o atual. Tais mudanças refletiram-se sobre a distribuição da cobertura vegetal num espaço de tempo relativamente curto. Durante os episódios mais secos as formações abertas, caatingas e cerrados, expandiram-se ao ponto de conectar-se com outras áreas, por vezes remotas, também sob o domínio das savanas como os *llanos* da Venezuela e o Chaco argentino. A esse tempo as florestas se refugiaram nos núcleos (refúgios) onde as condições mesológicas permaneceram favoráveis. Dentro do domínio das caatingas nordestinas, estes foram os brejos de altitude; ou seja, os topos, vertentes a barlavento, sopés, piemontes e vales elevados dos maciços e relevos residuais, expostos às correntes atmosféricas úmidas. Para AB'SABER (1982), é quase certo que uma associação paisagística entre a caatinga, ou vegetação aberta similar, e os refúgios florestais sustentados pelas chuvas orográficas foram uma combinação regional dominante durante o último período seco do Quaternário (Würm/Wisconsin).

Durante as fases subsequentes mais úmidas, os núcleos florestais isolados coalesceram com as áreas florestais *core*, de maneira não perfeitamente compreendida, da costa oriental e, eventualmente, com a própria hiléia ao norte, quando da acentuação da umidade ao longo da costa setentrional, Maranhão, Ceará e Piauí, então sob cobertura florestal. As similaridades florísticas entre as florestas de brejo, sobretudo de Pernambuco, e as matas mesofíticas do sul/sudeste do país são ainda menos esclarecidas, no sentido de reconstituir as condições espaço-temporais que permitiram tamanha disjunção geográfica de espécies.

Algumas florestas de brejo do nordeste, tais como a da Serra do Baturité, toleraram com maior eficácia as mudanças climáticas do Quaternário. Outras áreas, certamente, como o "brejo paraibano" a nordeste da Borborema e aquelas situadas em altitudes menos elevadas, como o brejo de Água Branca em Alagoas, foram mais severamente afetadas, durante a expansão dos climas semi-áridos. Estas áreas foram genericamente tomadas pelas caatingas, sobretudo a arbórea.

A conexão entre os refúgios dos brejos e a periferia da Amazônia parece ter sido efetuada através da costa, entre o Maranhão e o Rio Grande do Norte, seguindo uma rota complicada, zigzagueando as cristas e maciços do Ceará central, como o Baturité, alcançando o topo das chapadas norte-rio-grandenses e, por fim, as superfícies somitais da Borborema (AB'SABER, op. cit.). Desta forma, a distribuição atual da vegetação deve ser um ponto inicial para a interpretação dos climas do passado. Os estudos fitogeográficos contribuem ainda para a compreensão da dinâmica e história das formações vegetais e, portanto, da elaboração das paisagens regionais do Nordeste. Esses estudos desde cedo chamaram a atenção para o fato de que grande parte da vegetação prístina do Brasil não está em equilíbrio com as condições climato-edáficas atuais (BIGARELLA & ANDRADE-LIMA, 1982), o que leva à necessidade de reconstruir as bases paleogeográficas e paleoclimáticas atuantes durante o Quaternário.

De acordo com as abordagens geomorfológicas clássicas, que tratam a evolução do relevo a partir da elaboração de superfícies de aplainamento, o desenvolvimento e evolução da paisagem tropical semi-árida do nordeste resultou de a) épocas de degradação lateral ativa; e b) épocas de dissecação vertical e ravinamento com intemperismo químico extensivo e pedogênese (BIGARELLA, MOUSINHO & SILVA, 1965). Os processos de degradação lateral com formação de pedimentos são relacionados aos períodos de precipitações fortemente concentradas, que representam condições semi-áridas severas. Os depósitos correlativos formados durante estas épocas também mostram evidências de flutuações climáticas em direção à umidade, com fases de precipitações melhor distribuídas.

Os eventos geomorfológicos que ocorreram durante o Pleistoceno/Holoceno são de significado especial para a determinação dos sistemas morfogenéticos atuantes após a elaboração da superfície geral de aplainamento da região ao final do Plioceno. A ocorrência de extensos depósitos de cascalhos é indicadora de condições climáticas semi-áridas, enquanto que a formação de terraços depende fundamentalmente de variações do regime hidrológico que favoreçam uma maior dissecação da paisagem. Assim, duas principais categorias de processos ocorreram alternadamente, ora degradando a paisagem lateralmente, ora dissecando-a verticalmente.

O relevo e seus depósitos correlativos indicam que as condições climáticas passadas não foram homogêneas, mas caracterizadas por extremos contrastes entre aridez e umidade. A maior parte destas evidências, no que se refere aos brejos, provém das seqüências coluvionares das encostas, onde a ocorrência de *stone-lines* são provas da existência de paleopavimentos rochosos. A fonte dos clastos incorporados

aos pavimentos é sempre local, com o transporte ocorrendo predominantemente por gravidade, e erosão laminar.

Em geral, os *stone-lines* sugerem a existência de formações vegetais interfluviais; caatingas, savanas e cerrados, logo condições climáticas secas. Os depósitos que recobrem estes pavimentos rochosos revelam a história fisiográfica dos últimos 12.000 anos, enquanto que os pavimentos, em si, representam a superfície da paisagem pretérita recoberta pelas formações xerofíticas. Em diversos brejos, como no caso da Serra da Baixa Verde-PE, a cobertura coluvial holocênica amadureceu formando solos, geralmente oxisols, ao passo que na depressão semi-árida os pavimentos rochosos continuam a evoluir.

Atualmente, a composição florística dos brejos encontra-se razoavelmente bem conhecida. Entretanto não há como definir em que período ocorreria uma cobertura florestal contínua ou quando a mesma fora perturbada resultando no isolamento dos refúgios. Não há acordo até mesmo no sentido de estabelecer se a área florestada estaria diminuindo ou se a vegetação semi-árida já atingira sua expansão máxima no presente interglacial, quando da antropização extensiva destas paisagens..

Recentemente várias evidências apontam para a ocorrência de um ou mais períodos secos de expressão regional durante o Holoceno (MARTIN et al., 1992). Todavia a gênese destes episódios xéricos não está relacionada à ocorrência de glaciações nas médias e altas latitudes, porém à atuação mais enérgica da Oscilação Sul; o "El Niño". Neste caso, a ocorrência de paleo-El Niños, persistindo por dezenas e até centenas de anos, desencadearia uma redução substancial da cobertura florestal e retomada da morfogênese semi-árida em diversas áreas abrejadas. Falta ainda a confirmação da atuação destes eventos no registro geológico e palinológico da região.

Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A. N. The paleoclimatic and paleoecology of Brazilian Amazonia. In: PRANCE, G. T. (ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. New York: Columbia University Press, 1982. p. 41- 59.
- ANDRADE-LIMA, D. Present-day forest refuges in northeastern Brazil. In: PRANCE, G. T. (ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. New York: Columbia University Press, 1982. p. 245 - 251.
- BIGARELLA, J. J. & ANDRADE-LIMA, D. Paleoenvironmental changes in Brazil In: PRANCE, G. T. (ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. New York: Columbia University Press, 1982. p. 27 - 39.
- BIGARELLA, J. J., MOUSINHO, M. R. & SILVA, J. X. *Processes and environment of the Brazilian*

- Quaternary*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1965.
- MABESOONE, J. M. & CASTRO, C. Desenvolvimento geomorfológico do nordeste brasileiro. *B. Soc. Bras. Geol. Núcleo Nordeste*, Recife (3): 5 - 36, 1975.
- MARTIN, L. et all. O sinal da oscilação sul nos dados paleoclimáticos da América do Sul nos últimos 7000 anos. *Quaternary Research* 39, p. 338 - 346, 1992.
- PRANCE, G. T. Introduction to the refuge theory. In: PRANCE, G. T. (ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. New York: Columbia University Press, 1982. p. 3 -5.
- VAN ANDEL, T. H. *New Views on an Old Planet: continental drift and the history of the earth*. New York: Cambridge University Press, 1987.
- VAN DER HAMMEN, T. Paleocology of tropical South America. In: PRANCE, G. T. (ed.) *Biological Diversification in the Tropics*. New York: Columbia University Press, 1982. p. 60 - 65.