

A HISTÓRIA PALEOAMBIENTAL DA VEGETAÇÃO BRASILEIRA E SEUS APONTAMENTOS SOBRE A FITOGEOGRAFIA ATUAL DO BRASIL

*PALEOENVIRONMENTAL HISTORY OF BRAZILIAN VEGETATION AND ITS IMPLICATIONS ON
CURRENT BRAZILIAN PHYTOGEOGRAPHY*

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi reunir os principais resultados de pesquisas de reconstituição paleoambiental que contribuam para o entendimento da fitogeografia atual do Brasil. Para tanto são considerados os trabalhos publicados a partir das duas últimas décadas utilizando metodologias multiproxy, destacando as principais conclusões de cada uma dessas pesquisas com relação à fitogeografia atual da vegetação das diferentes fitofisionomias do Brasil. Os resultados mostram que a maior parte das pesquisas de reconstituição paleoambiental no Brasil foram desenvolvidas em paisagens de exceção, estando esses estudos majoritariamente concentrados em ecótonos entre os diversos biomas, bem como vegetações relictuais como os enclaves, redutos e refúgios. Ambientes com solos orgânicos ou com elevado teor de matéria orgânica são os mais demandados para reconstituição paleoambiental. O que expressa a importância da conservação desses ambientes para a pesquisa científica brasileira. Já quanto às contribuições desses estudos para a fitogeografia no Brasil, encontrou-se grande dificuldade de abordagem em escala nacional, certamente em função da diversidade de fitofisionomias no território brasileiro, e a baixa quantidade de estudos com relação ao quanto seria necessário para se construir hipóteses bem fundamentadas sobre a evolução fitogeográfica da vegetação brasileira como um todo a partir de estudos paleoambientais.

Palavras-Chave: Geobotânica; análise multiproxy; paleobotânica; ecologia de paisagens.

ABSTRACT

The objective of this work was to gather the main results of paleoenvironmental reconstruction researches that contribute to the understanding of the current phytogeography of Brazil. For this purpose, we consider the works published from the last two decades using multi-proxy methodologies, highlighting the main conclusions of each of these researches regarding the current phytogeography of the vegetation of the different phytophysognomies in Brazil. The results show that most of the paleoenvironmental reconstitution researches in Brazil were developed in exceptional landscapes, and these studies are mostly concentrated in ecotones among the various biomes, as well as relict vegetation such as enclaves, strongholds and refuges. Environments with organic soils or high organic matter content are the most demanded for paleoenvironmental reconstruction. This expresses the importance of conserving these environments for Brazilian scientific research. As for the contributions of these studies to phytogeography in Brazil, there was great difficulty of approach on a national scale, certainly due to the diversity of phytophysognomies in the Brazilian territory, and the low amount of studies regarding how much would be necessary to build hypotheses. well based on the phytogeographic evolution of the Brazilian vegetation as a whole from paleoenvironmental studies.

Keywords: Geobotany; multiproxy analysis; paleobotany; landscape ecology.

 **Thamyres Sabrina Gonçalves¹**

1 - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Minas Gerais, MG, Brasil.

Correspondência: sabrina5thamy@yahoo.com.br

Recebido em: 18-06-2020

Aprovado em: 03-09-2020



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons BY-NC-SA 4.0, que permite uso, distribuição e reprodução para fins não comerciais, com a citação dos autores e da fonte original e sob a mesma licença.



INTRODUÇÃO

No campo das ciências naturais, a fitogeografia é uma das mais antigas áreas do conhecimento, ao se considerar o que de mais amplo possa ser concebido enquanto conceito de fitogeografia, pois os mais antigos tratados botânicos de que se tem conhecimento foram publicados entre os anos 372-287 antes de Cristo (Capelo, 2003). Assim sendo, não é tarefa fácil fazer um resgate histórico do percurso da fitogeografia enquanto ciência, entretanto, para evitar que questões importantes do campo fitogeográfico fiquem esquecidas em meio à imensidão de trabalhos científicos que são publicados em todo o mundo, é pertinente uma revisão sobre o antecedente histórico do estudo científico da vegetação.

Assim que o homem foi capaz de desenvolver uma cultura científica ele começou a organizar conhecimentos sobre as plantas, suas formas, distribuições e características, passando então a descrevê-las com base em uma lógica organizacional que em muito se relacionava a lógica aristotélica predominante da atitude científica na Grécia antiga, em um sistema de conhecimento empírico associado à cultura eclesiástica (Capelo, 2003, Rizzini, 1955). No fim do século XV, quando aos poucos a ciência vai abandonando os métodos empiristas e consolidando o saber científicista, a metodologia científica passa a demandar cada vez mais de dados experimentais para a comprovação dos fatos científicos para que estes fossem aceitos como verdadeiros pela ciência (Capelo, 2003; Silva e Melo-Neto, 2015).

E isso acabou impulsionando as grandes viagens de naturalistas, no fim do século XV e início do século XVI, e contribuindo decisivamente para a percepção da enorme diversidade das paisagens naturais para além da Europa, ocasionando nestes séculos, um significativo aumento das coleções naturais, herbários e jardins botânicos, nas instituições reais dos estados europeus, fomentando a catalogação de um número crescente de plantas e à reflexão acerca da lógica da sua distribuição geográfica e associação com os diferentes ambientes e climas (Capelo, 2003, Kraus et al. 2006; Rech e Westerkamp, 2014; Staub, 2014, Santos et al. 2020).

Dentre esses naturalistas, esteve Alexander Von Humboldt, atualmente considerado o pai da fitogeografia, que está na base das ideias científicas modernas acerca

do estudo da paisagem vegetal e seus componentes florísticos, estruturais, funcionais e geográficos, cuja curiosidade científica, aliada aos conhecimentos de sistemática vegetal, geografia e, climatologia, levou-o a percorrer largas extensões do continente americano a estudar a fitogeografia das Américas, deixando conhecimentos que hoje integram os maiores tratados da fitogeografia do Brasil (Romariz, 1996).

Os primeiros trabalhos com abordagem fitogeográfica, específicos sobre vegetação brasileira, foram realizados na região amazônica (Ducke e Black, 1954), onde os autores já iniciam apontando as limitações de se fazer uma abordagem fitogeográfica diante de um conjunto de informações tão aquém do necessário para tal compreensão, embora fossem notas sobre a fitogeografia da Amazônia brasileira, baseadas em décadas de pesquisas dos diversos aspectos da vegetação e suas relações com clima e solos.

A partir da década de 1950 já era possível fazer apontamentos em maiores escalas de abrangência sobre a divisão fitogeográfica do Brasil, propondo rotas migratórias que possibilitaram a formação do que se admitiu a partir de então como sendo as grandes províncias fitogeográficas do Brasil (Rizzini, 1963).

Já nas primeiras tentativas de mapeamento da vegetação brasileira, as paisagens de exceção como os Capões de Matas, apresentaram um grande desafio para os fitogeógrafos, e por outro lado, despertou atenção para a busca do entendimento sobre o passado daquelas paisagens, o que tornava obrigatória uma análise da relação entre o passado e o presente dos domínios tropicais e intertropicais do Brasil, entremeados por enclaves, redutos e relictos vegetacionais ao longo de todas as províncias fitogeográficas do país (Ab'Sáber, 2003; 1967).

Disjunções fitogeográficas então passaram a ser consideradas um elo de ligação entre o passado e o presente das paisagens, sendo consideradas de suma importância para a classificação fitogeográfica e morfoclimática dos ecossistemas (Wood, 1972), pois a distribuição desses elementos disjuntos ao longo das províncias fitogeográficas, bem como a flora componente dessas paisagens de exceção, indicam movimentos de expansão e retração das fitofisionomias ao longo dos diferentes períodos climáticos, nas regiões tropicais e neotropicais e em outras regiões do globo (Tiffney 1985; Villagran e Hinojosa, 2007; Ziegler et al. 1993; Manos e Donoghue, 2001). Nota-se o destaque cada vez maior

aos enclaves vegetacionais na medida em que se avança o esforço de classificação fitogeográfica no Brasil.

No trabalho que reúne o esforço dos técnicos de vegetação do projeto Radam Brasil, cujo objetivo central era elaborar um sistema de classificação da vegetação brasileira, que fosse compatível com a classificação e a nomenclatura mundial, já é possível observar uma maior atenção à ecologia dos ecossistemas do que nas tentativas de classificação fitogeográfica de diversos autores anteriormente. Justificada com base na influência das escolas de formação de cada um dos fitogeógrafos que se propôs ao esforço de classificar a vegetação brasileira. Nessa classificação fisionômico-ecológica, a abordagem se inicia pelas famílias, gêneros e espécies de distribuição descontínua no mundo que ocorrem no território brasileiro, associando tais ocorrências a eventos paleoambientais, que separaram geograficamente esses grupos de plantas, que posteriormente através de adaptações ecológicas foram capazes de se integrar as condições ambientais do território brasileiro (Veloso e Góes-Filho, 1972).

A partir de 1980, já existia entre os fitogeógrafos brasileiros, acúmulo de conhecimento suficiente para aprofundar as discussões sobre os centros de origem e endemismo de grupos taxonômicos importantes das diferentes fitofisionomias da vegetação brasileira, suas possíveis rotas de migração e com o auxílio das pesquisas paleoambientais, a integração de dados que permitissem a inferência sobre os períodos de ocorrência de tais eventos, que marcam significativas mudanças fitogeográficas (Leitão-Filho, 1987). Foi nesse período também que ganharam força a inserção cada vez maior de ferramentas quantitativas no estudo da vegetação (Nimmis e Crovello, 1990; Fellfili et al. 2011) além da aplicação desses estudos na elaboração de modelos de investigação da dinâmica dos ciclos biogeoquímicos que determinam a produtividade dos ecossistemas globais (Woodward e Emanuel, 1995).

Assim, a fitogeografia se consolidou como uma área de conhecimento inter e multidisciplinar (Kruttsch, 1988). E foi a partir dessa perspectiva integradora que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, se orientou para elaborar o Manual Técnico da Vegetação brasileira (Veloso et al. 1991), que passaria a ser considerado como o instrumento oficial de classificação e definição das características da vegetação, com

vistas a elaboração de políticas públicas de conservação de ecossistemas, subsídio a criação de medidas de proteção legal a áreas ou grupos taxonômicos prioritários.

O processo de internacionalização da ciência por outro lado, permitiu a integração de informações fitogeográficas às escalas espacial, temporal e geológica, em contexto global, relacionando a distribuição da vegetação no território brasileiro e suas associações com floras de outros continentes que ocorrem no mesmo gradiente de latitude, longitude e altitude, na perspectiva de aproximação da fitogeografia global aos pressupostos das teorias da deriva continental e da tectônica de placas (Ziegler et al.1993; Lavina, 2010).

Nas últimas décadas, o embasamento teórico deixado pelos precursores da fitogeografia permitiu que os fitogeógrafos brasileiros contemporâneos pudessem focar suas pesquisas em estudos regionais no território brasileiro e suas regiões de fronteiras, como a análise fitogeográfica das florestas subtropicais temperadas no sul da América Latina (Villagran e Hojosa, 1997; Villagran, 2018; Higuchi et al. 2013); dos campos de altitude da América do sul (Safford, 2007); do Cerrado sensu stricto no nordeste brasileiro (Lindoso, 2007); do Cerrado rupestre no Brasil central (Moura, 2010); da vegetação de canga no quadrilátero ferrífero na região sudeste do Brasil (Carmo e Jaccobi 2013) dos Campos Rupestres (Gonçalves et al. 2020) e das florestas estacionais (Gonçalves et al.2020.b).

A partir de então, estudos paleoambientais passaram a ser o foco de investigação em diversos grupos de pesquisa no Brasil, contribuindo assim para o levantamento de informações que ajudam a entender como se formaram as paisagens e quais os processos de dispersão de espécies animais e vegetais ao longo das diferentes províncias fitogeográficas, domínios morfoclimáticos e biomas brasileiros (SBP, 2008).

Os estudos paleoambientais, tendem a uma abordagem multidisciplinar, em função da própria dificuldade em chegar a conclusões sobre a relação entre passado, presente e futuro da vegetação com base em apenas um ou outro elemento analisado. Essas abordagens são chamadas multi-proxy, em função da multiplicidade de marcadores, ou métodos analíticos utilizados nas pesquisas (Luz et al. 2019). Esses estudos são muito importantes porque ajudam a reconstituir a história da vegetação brasileira, contribuindo para o conhecimento tanto da paleovegetação quanto da distribuição fitogeográfica da flora atual.

MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo desse trabalho é fazer uma revisão das contribuições que as pesquisas paleoambientais têm trazido para o entendimento da fitogeografia da vegetação brasileira. Para tanto são considerados os trabalhos publicados a partir das duas últimas décadas utilizando metodologias multi-proxy de pesquisas paleoambientais ao longo do território brasileiro, destacando as principais conclusões de cada uma dessas pesquisas com relação à fitogeografia atual da vegetação das diferentes fitofisionomias do Brasil.

RESULTADOS

Floresta Amazônica

Assim como os primeiros trabalhos em fitogeografia, as primeiras investigações científicas com intuito de reconstituição paleoambiental no Brasil no período que abrange esse levantamento bibliográfico foram feitas no domínio da floresta amazônica. Em geral a maior parte das pesquisas sobre a vegetação tropical se concentram em florestas tropicais úmidas, como a Amazônia e a Mata Atlântica, enquanto ambientes quentes, secos e com sazonalidade climática como as florestas estacionais decíduais e semidecíduais foram muito menos estudadas ao longo dos anos (Gonçalves, 2015). Por outro lado, uma das questões que mais tem instigado os estudos de reconstituição paleoambiental no Brasil é a busca pelo entendimento de como funciona a dinâmica da matéria orgânica de solos na região tropical, portanto era de se esperar que fosse a floresta amazônica o ponto de partida.

Guimarães et al. (2011) no domínio da floresta amazônica, por meio da integração de fácies sedimentares, pólen, esporos, registros de isótopos de carbono e nitrogênio, relação C/N e datação de radiocarbono permitiram a identificação de mudanças na vegetação e nas fontes de matéria orgânica acumuladas nas planícies de maré próximas à foz do rio Amazonas durante meados e holoceno tardio.

Mata Atlântica

Os dados palinológicos de reconstituição paleoambiental em uma floresta de Araucária, permitem interpretar que durante todo o Holoceno a região litorânea de São Paulo foi dominada por florestas de Araucárias, principalmente *Araucaria angustifolia*,

sobre um clima predominantemente frio e úmido, porém com possíveis oscilações de umidade. A primeira fase corresponde ao intervalo de 17000 a 15000 anos A.P., no qual há oscilação da cobertura vegetal e aumento de erosão nas encostas, sobre um clima frio e úmido. Na segunda fase, de 15000 a 9000 anos A.P., detectou-se aumento de umidade. A terceira fase, correspondente ao intervalo de 9000 a 8000 anos A.P., com decréscimo na umidade e aumento da taxa de sedimentação. Há 8000 anos A.P., ocorre à manutenção da floresta de Araucária em condições climáticas frias e úmidas (Garcia et al. 2004).

Na Floresta Ombrófila Mista, de acordo com os dados obtidos por Bertoldo (2010), pode-se afirmar que na região da área de estudo, durante a passagem do Pleistoceno/Holoceno até o presente, não há registros de cerrado, apenas de áreas campestres no Pleistoceno, inferido pela presença de plantas herbáceas e arbustivas, principalmente *Asteraceae* e *Borreria* encontrados em 12.700 anos A.P. e total ausência de algas e grãos de pólen de espécies arbóreas, sugerindo regime hidrológico mais seco. Eventualmente, fenômenos de alta precipitação ocorreram nas encostas, propiciando a instalação de uma vegetação herbácea acompanhada de pteridófitas, principalmente nas áreas mais baixas. Há cerca de 10.600 anos A.P. altos índices de precipitação fizeram com que o lençol freático aflorasse, desenvolvendo, nas estações chuvosas, uma pequena lagoa no eixo central da cabeceira. Fato evidenciado pela presença de algas e por uma expansão significativa de *Araucaria angustifolia*, a qual necessita de um regime pluviométrico superior a 1.400 mm anuais, sem estação seca definida. A vegetação predominante passa a ser de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Pluvial Atlântica composta por plantas arbóreas, ervas terrestres e pteridófitas. A máxima expansão da Floresta Ombrófila Mista é registrada a cerca de 6.880 anos A.P., face o aumento de todos os táxons registrados, principalmente *Araucaria*.

Cecchet (2015) estudou a Floresta Ombrófila Mista, e seu estudo mostrou que desde meados do Último Máximo Glacial (18.060-17.845 Anos Cal. AP.) o solo estudado desenvolveu sob uma vegetação, possivelmente menos arborizada que a atual, com mistura de plantas C3 (gramíneas, árvores e arbustos) e C4 (gramíneas). Este padrão de vegetação se manteve até o início do Holoceno (8.055-7.960 Anos Cal. AP.). A partir do Holoceno médio ocorreu uma abertura da vegetação, marcada pela maior participação de gramíneas C4, possivelmente um campo sujo, evidenciada tanto pelo sinal isotópico, quanto pela assembleia fitolítica. Essa vegetação perdurou até aproximadamente 1.875-

1.715 anos Cal AP, tornando-se novamente uma vegetação formada predominantemente por espécie de plantas de ciclo fotossintético C3 até a formação da atual FOM encontrada na área de estudo. Em nenhum momento detectou-se sinais de uma formação arbórea densa, mas sim uma vegetação arborizada que por vezes esteve mais aberta e por vezes mais fechada. Essa característica é eminente da vegetação do sul do Brasil onde extensas áreas de FOM são cercadas por campos formando grandes mosaicos na paisagem. Todas as oscilações climáticas, por menores que sejam, refletem o retrocesso ou o avanço da floresta sob o campo ou vice-versa.

Scheer et al. (2013) estudando a floresta ombrófila densa atlântica, concluíram que apesar de apresentar campos altomontanos com material orgânico do solo proveniente do final do Pleistoceno, como em outros estudos no sul e sudeste do Brasil, os sítios estudados, pela sua posição no relevo, são, pelo menos, do Holoceno tardio (3.000 anos AP), quando condições de maior umidade propiciaram a colonização ou recolonização das cumeeiras da serra, coincidindo com o período, frequentemente documentado na literatura, de avanço de florestas sobre campos e cerrados.

Lorente (2015) estudou Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, a análise de fitólitos do intervalo 2 (~5441 anos AP – idade interpolada a ~143 anos cal AP) sugeriu a presença de uma vegetação em mosaico provavelmente constituída por diferentes formações da restinga, sob influência de clima quente e sazonal, com períodos de estresse hídrico. A diminuição da densidade arbórea e a formação da vegetação semelhante à atual, herbácea e com sinais de antropização, ocorreu nos últimos ~200 anos, sob clima quente e úmido.

Cerrado

Em um estudo de reconstituição paleoambiental investigando a origem e evolução do Cerrado no centro-oeste do Brasil, os dados revelam duas fases, uma caracterizada primeiramente pela presença de um estuário com planícies de maré colonizadas por manguezais, e matéria orgânica sedimentar proveniente principalmente de plâncton de águas salobras durante o Holoceno inicial e médio e, na segunda fase os manguezais desapareceram e as ervas e palmeiras expandiram no local de estudo. Valores de $\delta^{13}C$ e relação C/N apontam um aumento na contribuição de plantas terrestres C3. Tais fases identificadas nesse estudo estão compatíveis com o aumento do nível relativo do mar do

Holoceno inicial e médio, assim como com sua subsequente descida no Holoceno tardio (Cardoso, 2007).

Horák-Terra et al. (2009) estudaram uma turfeira onde predomina a vegetação de Campo Rupestre, e baseado nas assembleias polínicas foi possível verificar que nos períodos úmidos e quentes do Holoceno Inferior/Médio ocorreu a expansão do Campo Úmido, da Floresta Estacional de Galeria, do Campo Rupestre e Cerrado. O aparecimento da Floresta de Galeria de Myrtaceae, em ± 5.900 anos AP, e a formação de uma lagoa em ± 5.200 anos AP, foram os períodos mais úmidos registrados.

Campos et al. (2010) também investigaram o processo de formação de turfeiras no domínio dos Campos Rupestres da Serra do Espinhaço Meridional, a partir dos resultados das datações radiocarbônicas e da composição isotópica, inferiu-se que a turfeira começou a ser formada há cerca de 20 mil anos e que, desde então, a cobertura vegetal da área não sofreu variações significativas.

Em 2013, Silva et al. avaliaram a composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical, na SdEM, concluindo que os sinais isotópicos e a composição lignocelulósica da vegetação e da matéria orgânica do solo evidenciaram que a turfeira foi formada pela deposição de matéria orgânica da vegetação que a coloniza, ou seja o Campo Rupestre.

Silva e Silva (2016) estudando a gênese de turfeiras e mudanças ambientais quaternárias na Serra do Espinhaço Meridional, e viram que segundo as datações, as turfeiras teriam começado a se formar a 42.175 ± 3.390 A.P. (Pleistoceno). Elas indicaram, através da composição isotópica, mudanças na cobertura vegetal ao longo do Pleistoceno Superior e do Holoceno, sugerindo uma interpretação e inferência que aponta para possíveis mudanças no clima local e regional.

Costa (2018) fez uma reconstituição paleoambiental de uma área de Campo Rupestre na Serra do Espinhaço Meridional, e concluiu que a partir da análise conjunta dos proxys foi possível inferir cinco principais fases de mudanças paleoambientais: RP-I, entre ~ 23.037 e 13.500 anos cal. AP, clima bastante úmido e frio, possibilitando a presença de indicadores de Floresta Montana e o empobrecimento do sinal isotópico. Este foi um período de bastante instabilidade na bacia hidrográfica da turfeira, inferida pelo alto teor de Si, indicador de sinal de material mineral local; RP-II, entre ~ 13.500 e 11.700

anos cal. AP, ligeiro aumento da temperatura e queda na umidade levando a redução de indicadores de clima frio e a expansão da vegetação campestre. No entanto as condições ainda eram mais úmidas e frias que as atuais, e a indícios de diminuição do sinal de material mineral local; RP-III, entre ~11.700 e 8.500 anos cal. AP, tendência de aumento da temperatura e diminuição da umidade em conjunto com a mudança da vegetação de plantas C3 para C4, causando a forte retração das Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Montana, em conjunto aumento do fluxo de sinal de material mineral local; RP-IV, entre ~8.500 e 7.000 anos cal. AP, condições de clima ainda mais seco e quente, causando o desaparecimento dos indicadores de clima frio, retração do Campo Úmido e expansão do Campo Rupestre. Período de bastante estabilidade da bacia hidrográfica da turfeira, sugerido pelo baixo conteúdo de material mineral; RP-V, de 7.000 anos cal. AP até o presente, clima era novamente mais úmido e temperaturas mais amenas, semelhante às condições atuais, aumento na acumulação de turfa, possibilitando o reaparecimento dos indicadores de Floresta Montana e Floresta Estacional Semidecidual junto com a retração do Campo, e diminuição da entrada de material mineral. Flutuações no clima influenciaram fortemente as mudanças na paleovegetação e na estrutura sedimentar do registro da turfeira do Rio Preto.

Os resultados das análises palinológicas, isotópicas e fragmentos de carvão feitos por Souza (2010) em uma área de Cerrado, apontaram para um clima mais seco que o atual entre 10.251 e 10.186 anos A.P. com altas taxas de fragmentos de carvão, indicando períodos de ocorrência de paleoincêndios e de abertura florestal, onde valores de $\delta^{13}C$ em torno de -14,26 mostram a presença de plantas C4 (gramíneas), uma vegetação mais aberta que a atual. Entre 10.186 e 2.096 anos A.P. onde ocorreu um empobrecimento isotópico e uma mistura de plantas C3 e C4, com o aumento da frequência de grãos de pólen indicadores de Cerrado como *Byrsonima* e *Dydimopanax*, podemos inferir que nesta fase o clima esteve mais úmido, e a vegetação mais fechada. Após 2.096 anos A.P. até os dias atuais as condições paleoclimáticas seriam as mesmas, caracterizada como cerradão, que possui formações florestais com espécies de Cerrado sentido restrito, sem nenhum registro de fragmentos de carvão e o aparecimento de grãos de pólen de Cerrado.

Sob vegetação de Cerrado, Colleta et al. (2009) identificaram que os valores de $\delta^{13}C$ apresentaram uma relação consistente com a altura do dossel, mostrando a importância da estrutura da vegetação na assinatura isotópica do C da vegetação. A

variação isotópica do Carbono associada com a duração da estação seca indica a importância do C recentemente fixado para integrar a assinatura isotópica do C orgânico da folha. Com relação ao Nitrogênio, as espécies de Cerrado estudadas apresentaram uma grande variação no $\delta^{15}\text{N}$ foliar. Não houve relação entre o $\delta^{15}\text{N}$ foliar com a altura do dossel. No entanto, os valores de $\delta^{15}\text{N}$ foliar apresentaram uma variabilidade sazonal, com maiores valores de $\delta^{15}\text{N}$ na transição entre as estações seca e chuvosa.

Carvalho e Pereira (2017) avaliaram o estoque de Carbono e Nitrogênio e abundância natural de $\delta^{13}\text{C}$ em uma vegetação de Cerrado, a análise da abundância natural de $\delta^{13}\text{C}$ revelou que as áreas de Mata Seca Sempre Verde, de Cerradão e de Cerrado Típico eram antes ocupadas por uma vegetação semelhante ao Campo Sujo Seco encontrado atualmente na área de estudo.

Lucena et al. (2014) estudou uma fitofisionomia de Vereda, e as análises dos isótopos de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$) indicam que a área de estudo esteve em um passado recente sob influência de condições ambientais mais úmidas. Diferentemente do que se observa hoje, com o predomínio de gramíneas no entorno das lagoas, esses resultados sugerem a existência de cerrado, matas ciliares ou bosques que poderiam estar associados à presença de canais ou mesmo das lagoas onde, hoje, se encontra o interflúvio.

Gomes e Pessenda (2017) estudaram uma Vereda, quanto às mudanças fitofisionômicas, foi observada uma sucessão da vegetação com predomínio de formações campestres do Cerrado associadas a traços de formações florestais na base, Campo Sujo Úmido e Campo Rupestre associados a elementos de mata típicos do Cerrado na porção mediana do perfil; em direção ao topo a partir de 1.650 anos cal. AP houve a instalação da vereda, com a ocorrência dos buritis (*Mauritia flexuosa*).

Restinga e Manguezal

Silva (2014) estudou a vegetação de restinga em uma turfeira de planície sedimentar, e identificou que a área era colonizada por plantas típicas de ambientes sob influência marinha e fluvial como Asteraceae, Poaceae, Araceae, Begoniaceae, Ulmaceae, Arecaceae. Antes de 6.430 anos cal AP ocorre o início da segunda e mais duradoura fase de transgressão marinha caracterizada pela quantidade de espículas de esponjas marinhas e pela queda nas porcentagens de todos os táxons polínicos. O pico da transgressão ocorre antes de 5.124 anos cal AP, nesse momento foi depositado material

espicular marinho e continental evidenciando o ambiente estuarino, onde plantas herbáceas adaptadas a esse ambiente ainda colonizavam essa área como *Amaranthaceae*. Posteriormente as porcentagens de espículas marinhas decaem até a profundidade de 225 cm. Por volta de 3.200 anos cal AP (médias das idades de 145 cm) o ambiente já se comportava como um pântano há aumento na concentração de *Bignoneaceae* (*Tabebuia*), *Cluseaceae* (*Clusia*) e novamente *Amaranthaceae*.

Santos et al. (2015) estudaram uma área de restinga, os resultados das análises de isótopos estáveis de carbono em sedimentos indicaram um predomínio de plantas C3 ou de mistura de plantas C3 e C4, apresentando uma boa correspondência com os resultados encontrados nas plantas coletadas sobre cada uma delas.

Fontes (2015) estudou uma área de Manguezal, os dados revelam duas importantes fases, uma caracterizada pela presença de um estuário com planícies de maré colonizadas por manguezais, e matéria orgânica sedimentar proveniente principalmente de plâncton de águas salobras durante o Holoceno inicial e médio. E outra fase em que os manguezais desapareceram e as ervas e palmeiras expandiram no local de estudo. Valores de $\delta^{13}C$ e C/N apontam um aumento na contribuição de plantas terrestres C3. Tais fases identificadas nesse estudo estão compatíveis com o aumento do nível relativo do mar do Holoceno inicial e médio, assim como com sua subsequente descida no Holoceno tardio.

Lorente (2015) estudou vegetação litorânea, e mostrou que espécies de manguezal, restinga e da Mata de Tabuleiros colonizavam a região. Com a regressão marinha a partir de ~4.000 anos cal AP o estuário e a vegetação de manguezal deslocaram em direção ao mar. A bacia estuarina se tornou gradualmente abandonada e foi progressivamente fechada como resultado da progradação do delta do rio Doce e do maior aporte fluvial. Os dados palinológicos não mostraram mudanças significativas na vegetação, e inferiu-se que provavelmente o clima foi predominantemente quente e úmido ao longo do Holoceno.

Pampas

Mourelle (2018) estudou os Campos da região de fronteira entre o sul do Brasil e o Paraguai, e mostrou que mudanças da vegetação foram relacionadas a fatores abióticos, como mudanças no nível relativo do mar ou em condições climáticas, e bióticas

(antropogênicas), além de possíveis rotas de migração de diferentes taxa e ligações dos campos com outras regiões fitogeográficas são postuladas.

Ecótonos

A partir de 2005 aparentemente, os estudos de reconstituição paleoambiental anteriormente desenvolvidos em sua maioria nas florestas Amazônicas e na Mata Atlântica ganham também importância no Cerrado, especialmente em suas áreas ecotonais com outras formações fitogeográficas.

Em 2001, estudos em um ecótono entre Cerrado e floresta amazônica, mostraram que o padrão de ^{13}C observado nos perfis de matéria orgânica do solo indicava uma predominância de plantas C3 na parte inicial do holoceno, com uma posterior influência das plantas C4, há cerca de 7000 a 4000 anos antes do presente, indicando regressão florestal associada a um clima mais seco do que o atual naquela região. Havendo em seguida uma expansão do ambiente florestal e o retorno a um clima semelhante ao presente (Pessenda et al, 2001).

Em 2005, com estudo em ecótono entre floresta, cerrado, carrasco e campo na região nordeste também foram observadas três fases: um período de predomínio de espécies C3 ~15,000 e 9000 anos AP, a abertura das vegetações com contribuição de plantas C4, entre ~9000 e 4000-3000 anos AP, provavelmente relacionado a presença de um clima mais seco, e retorno do predomínio de vegetação arbórea depois de ~3000 anos AP (Pessenda et al. 2005).

Ainda em 2005, pesquisadores estudaram solos e sedimentos em um ecótono entre Cerrado, Matas de Galeria, Restinga e Manguezal, no Brasil central, constatando que uma vegetação florestal era predominante na área no início do Holoceno. Tendo sido substituída a partir de aproximadamente 10.000 anos AP por comunidades de savana aberta, que foram transformadas em uma paisagem mais florestada de savana lenhosa, em aproximadamente 7500 anos AP. Os sedimentos do lago também registram evidências de incêndio durante todo o Holoceno, indicando que a dinâmica do fogo faz parte da ecologia do Cerrado desde seu processo de formação (Pessenda et al. 2005).

Em uma região ecotonal entre plantas aquáticas, cerrado, matas de galeria, restinga e manguezal, dados palinológicos obtidos a partir de sedimentos de lagos,

mostram que a vegetação da floresta era predominante na área no início do Holoceno. A partir de aproximadamente 10.000 14C ano AP o espectro de pólen gradualmente mudou, sugerindo a dominância de comunidades de savana aberta, evoluindo para uma paisagem mais florestada (savana lenhosa) de aproximadamente 7500 anos AP. Os sedimentos do lago também registram evidências de incêndio (indicado por partículas de carvão enterradas em várias profundidades do solo) durante o Holoceno (Pessenda et al. 2005).

Em um ecótono entre cerrado, mata semidecídua, cerradão e mata de galeria, Silva (2007) e Silva et al. (2007) observaram expansão de formação florestal nas transições entre mata de galeria e cerrado, já a transição entre o cerrado com a mata decídua e com o cerradão não evidenciou sinais de deslocamento da vegetação nas áreas estudadas. Assim, a dinâmica de água poderia ser um fator importante na expansão de florestas, além disso, o solo provavelmente teve sua capacidade de suporte alterada pela interação com a vegetação arbórea através do enriquecimento de nutrientes pela deposição de matéria orgânica.

Em outro estudo realizado em uma área ecotonal entre o Cerrado e as fitofisionomias florestais: cerradão, mata semidecídua e matas de galeria, a análise do índice de área foliar de plantas arbóreas e gramíneas mostrou em todas as transições, mudanças bruscas na estrutura da vegetação, que nas fisionomias abertas apresentou assinatura isotópica significativamente mais enriquecida em 13C do que os solos das florestas. Analisando-se essa composição de isótopos em diferentes profundidades dos perfis dos solos, foi demonstrada a expansão das matas de galeria sobre áreas antes ocupadas por vegetação aberta. A datação com 14C indica que essa expansão das matas de galeria teve início há aproximadamente 3000 anos e continuou ocorrendo até pelo menos 390 anos atrás. Por outro lado, a área florestal da mata semidecídua apresentou sinais de redução de sua área, enquanto entre cerradão e cerrado a transição permaneceu estável (Silva, 2007).

Vidoto (2008) estudou um ecótono entre Mata Atlântica de encosta, vegetação de restinga e manguezal, onde na floresta de encosta os valores de ¹³C foram mais enriquecidos (entre -20,9‰ e -23,5‰) nas camadas mais profundas, indicando a presença de uma vegetação menos densa que a atual, com uma provável presença de plantas C3 e C4, no período de aproximadamente 25.000 a 15.000 anos AP, sugerindo a

presença de um clima mais seco. De aproximadamente 15.000 anos AP até o presente um empobrecimento isotópico (até -28,0‰) foi observado indicando a expansão da floresta, provavelmente associada à presença de um clima mais úmido que o período anterior. A presença de pólen dos gêneros *Ilex*, *Alchornea*, *Weinmannia*, *Rapanea*, *Symplocos*, *Drimys* e *Podocarpus* sugerem uma floresta característica de clima mais frio e úmido que o atual entre 40.000 e 19.000 anos AP. Entre 19.000 e 2.200 anos AP observou-se um hiato sedimentar, provavelmente erosivo, atribuído a prováveis atividades neotectônicas ocorridas na região. Os valores mais enriquecidos de ^{13}C (aproximadamente -26,0‰ e -24,0‰) associados com menores valores de carbono orgânico total (entre 0,3% e 6,0%) e razão C/N (entre 2 e 27), juntamente com a presença de diatomáceas marinhas, indicaram a presença do mangue e o retorno da linha de costa na posição atual na região desde pelo menos 2.200 anos AP. No mangue os resultados de ^{13}C apresentaram valores entre -24,0‰ e -26,0‰. Os valores de carbono orgânico total e da razão C/N associados com os valores de ^{13}C indicaram uma mistura de plantas C3 e fitoplâncton na composição da matéria orgânica. As diatomáceas encontradas foram características de ambiente estuarino-lagunar e estiveram presentes aproximadamente nos últimos 1.500 anos AP.

Outro ecótono, na ilha de Fernando de Noronha foi estudado por Pessenda et al. (2008), os isótopos do carbono dos solos indicaram que não houve trocas significativas de vegetação durante os últimos 7400 anos AP, sugerindo que o clima não foi um fator determinante para a dinâmica da vegetação. Somente na parte superficial do testemunho foram encontrados palinomorfs de plantas similares à vegetação moderna. Os resultados geoquímicos e isotópicos, em associação com o tipo de sedimento e as análises polínicas das amostras de sedimento do Manguezal, indicaram variações na vegetação e na sua localização desde o Holoceno médio. Tais variações podem estar associadas a eventos climáticos e oscilações do nível do mar e também a eventos antrópicos considerando os últimos quinhentos anos.

Souza (2014) estudou um ecótono entre Cerrado e Mata Atlântica, concluindo que aproximadamente 7.750 anos AP, a área passou por uma fase climática mais úmida que a atual, possibilitando o desenvolvimento da Mata Rupícola, indicado pela presença do gênero *Mauritia*. Dados isotópicos para esta época caracterizam uma transição entre a floresta e o campo. Por volta de 3.000 anos AP, observa-se um aumento dos elementos do Cerrado, como a presença de *Curatella*, e diminuição de *Mauritia*, que indica que este

último não foi um elemento importante para a configuração da vegetação deste período, estabelecendo um clima mais seco, a composição isotópica aponta o predomínio de plantas C3 (floresta). No período entre aproximadamente 310 e 105 anos AP., a umidade aumenta na região com a permanência de *Mauritia*, e mesmo com o aumento dos tipos de Cerrado, indicando que a Mata Ripícola se manteve presente. Dessa maneira, as assembleias palinológicas estudadas mostram que a Mata Ripícola esteve presente em todos os estágios, ao contrário do Cerradão, que durante os últimos 7.750 anos AP., experimentou fases de expansão e contração. Através do estudo da chuva polínica atual, foi possível inferir que os elementos de Mata Ripícola são predominantes aos de Cerrado, como a presença de *Mauritia* e a abundância de esporos que confirma esse tipo de vegetação dominante para os dias atuais, o que caracteriza um clima mais úmido.

Enclaves, redutos, relictos e refúgios vegetacionais

Coe et al. (2012) abordam sobre diferentes fitofisionomias vegetacionais, um enclave de caatinga no meio da Mata Atlântica e uma área de Campo rupestre de altitude, os exemplos apresentados ilustram a importância de estudos paleoambientais na compreensão da evolução e das mudanças ambientais de uma determinada região, bem como da necessidade de se utilizar o maior número possível de indicadores (análise multiproxy) para uma maior precisão na inferência dessas mudanças. No enclave de caatinga no interior do domínio de Mata Atlântica, as variações observadas não indicam uma grande mudança no tipo de cobertura vegetal, sugerindo que a vegetação foi sempre do tipo pouco arbórea (xeromórfica), e que, desde 13.000 anos cal AP, a vegetação do enclave nunca atingiu a densidade arbórea característica de florestas úmidas (Coe et al. 2013).

Paisani et al. (2013) estudaram um relictos de vegetação campestre no meio da floresta ombrófila mista, e demonstraram que possivelmente entre Holoceno Inferior e Médio houve o estabelecimento de cobertura vegetal transicional de Campo Cerrado para floresta ombrófila mista, indicando condições climáticas mais úmidas e quentes que o Último Máximo Glacial. Nesse período a morfogênese nas encostas foi baixa. No Holoceno Médio e Superior registrou-se mudança no regime hídrico. No último milênio a ação antrópica (índios) foi responsável pela manutenção de Campo Limpo até a

colonização no início do séc. XX, quando se instalou o Campo Cerrado atualmente encontrado na área.

Luz (2014) estudou um enclave do Cerrado com Floresta Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual. Os dados dos fitólitos e valores isotópicos permitiram a seguinte caracterização paleoambiental: de 48.800 ± 270 anos AP. a ~ 41.146 anos cal AP. (fase seca), provável predominância de vegetação campestre (Cerrado), nesse período houve processos de agradação da planície do rio Ranchinho, que culminaram formando a base do primeiro terraço; ~ 41.146 anos cal AP. (fase menos seca que a anterior) com presença de morfotipos (Globulares) característicos de famílias botânicas representativas de maior umidade (*Arecaceae* e *Bromeliaceae*), considera-se nessa fase o adensamento da vegetação, porém ainda sob condição de campo – construção do primeiro terraço do rio Ranchinho; fase seca na transição do Pleistoceno Tardio/Holoceno; provável formação da base do segundo terraço detectado no rio Ranchinho e do terraço detectado no rio Água dos Papagaios durante o Holoceno Médio (~ 7.280 anos cal AP.); condição de plantas C4 anterior a 5.280 anos cal AP. com empobrecimento isotópico apenas no topo, sugerindo que o avanço das formações florestais (Floresta Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual) é recente na área.

Gomes (2016) estudou um enclave de Cerrado no domínio da floresta amazônica, os resultados indicaram que há pelo menos 9.682 anos AP ao presente, o clima não afetou a dinâmica da vegetação da área de estudo com relação a promover alternância na vegetação nos ambientes de floresta e savana, sendo as condições edáficas as responsáveis em dar suporte à manutenção de suas respectivas fitofisionomias.

Neotrópico

Neves (2013) fazendo um estudo com escala de abordagem englobando a vegetação da América do sul coloca que os valores de isótopos estáveis de oxigênio da maioria dos espécimes analisados demonstraram um valor mais positivo em comparação às estimativas para a média estimada dos valores anuais de precipitação atuais de cada localidade. Isso pode indicar que estes exemplares viveram durante um período mais quente, como o Holoceno inicial. Neste período, mudanças climáticas sucessivas em direção a climas mais quentes e secos deram início a modificações na fitofisionomia da América do Sul.

Discussão

Pesquisas com o objetivo de se levantar o estado da arte nas diferentes áreas do conhecimento são cada vez mais interessantes aos pesquisadores, principalmente em um momento em que a sociedade brasileira passa por tão importantes mudanças políticas que de alguma forma tendem a se refletir na produção de conhecimento científico no país, seja em relação ao quantitativo das pesquisas, bem como nos enfoques a serem dados, nas prioridades da ciência como um todo e nas priorizações de cada área de conhecimento (Romanowski e Ens, 2006). Contudo convém destacar que esse trabalho não se configura em um levantamento do estado da arte na pesquisa em reconstituição paleoambiental, na verdade é apenas um esboço dos principais resultados de pesquisas publicadas em periódicos indexados, além de dissertações e teses depositadas em repositórios institucionais.

Até o ano de 2012 o número de trabalhos publicados com resultados de pesquisas de reconstituição paleoambiental era de no máximo três artigos em média, entre os anos de 2012 a 2015 houve um aumento considerável na quantidade de publicações, é importante considerar o caráter multidisciplinar dessas pesquisas, que fazem com que um projeto demande esforço de diversos profissionais até que esteja apto a ser publicado, geralmente envolve diferentes instituições. Considerando o tempo de duração de um curso de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil, a média de tempo demandado para o desenvolvimento de uma pesquisa que possa obter resultados conclusivos em reconstituição paleoambiental é de dois a seis anos, a depender da complexidade da área estudada, do recurso disponível para execução dos trabalhos de campo e dos objetivos da pergunta a ser respondida pelo pesquisador.

Outro aspecto a ser destacado é que os trabalhos com abordagem de reconstituição paleoambiental se encontram publicados em periódicos de diferentes áreas de conhecimento, como por exemplo, ciências agrárias, ciências ambientais, geociências, paleontologia, o que ratifica o caráter multidisciplinar dessas pesquisas, mas que por outro lado torna ainda mais complexo o desafio de reunir todas essas informações, pois se faz necessário o uso de diferentes bases de busca para um resgate mais amplo dessas publicações.

Outra importante questão a ser pontuada é que a maior parte dos periódicos em que estão publicados os resultados de pesquisas de reconstituição paleoambiental, possui fator de impacto internacional, o que por um lado mostra a preocupação da comunidade acadêmica internacional em entender sobre a dinâmica espaço-temporal da vegetação brasileira, mas por outro lado torna esses resultados às vezes restritos a determinados grupos de pesquisadores, inclusive boa parte são periódicos de acesso fechado e publicados em língua inglesa, o que por um lado os valoriza, mas por outro os torna inacessíveis a grupos importantes para a divulgação da ciência brasileira como os discentes de graduação e de iniciação científica bem como a sociedade em geral (Albagli, 1996; Assis-Peterson e Cox, 2007; Massi e Queiroz, 2010; Camargo Jr, 2012; Martinez, 2019).

Quanto aos locais onde são desenvolvidas a maior parte das pesquisas é possível perceber que existem ambientes de importância prioritária para estudos de reconstituição paleoambiental, sendo essas áreas também prioritárias para conservação.

CONCLUSÕES

A maior parte das pesquisas de reconstituição paleoambiental no Brasil foram desenvolvidas em ambientes que o geógrafo Aziz Ab'Saber chamou de paisagens de exceção, estando esses estudos majoritariamente concentrados em ecótonos entre os diversos biomas, bem como vegetações relictuais como os enclaves, redutos e refúgios. Ambientes com solos orgânicos ou com elevado teor de matéria orgânica são também mais demandados para reconstituição paleoambiental. O que expressa a importância da conservação desses ambientes para a pesquisa científica brasileira. Já quanto às contribuições desses estudos para a fitogeografia no Brasil, encontrou-se grande dificuldade de abordagem em escala nacional, certamente em função da diversidade de fitofisionomias no território brasileiro, e a baixa quantidade de estudos com relação ao quanto seria necessário para se construir hipóteses bem fundamentadas sobre a evolução fitogeográfica da vegetação brasileira como um todo a partir de estudos paleoambientais. Sugerindo a importância que os trabalhos com modelagem ambiental podem ter para preencher essas lacunas no conhecimento da origem e evolução fitogeográfica das diferentes floras e fitofisionomias do Brasil. Além disso, destaca-se o relevante papel que estudos de outras áreas de conhecimento como a Arqueologia, Paleontologia, Botânica,

Geologia, Climatologia podem trazer para a fitogeografia brasileira e a história da vegetação em escala temporal antes e depois do presente.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A.N. 1967. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. *Revista Orientação*, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo (IGEOP/USP), 3: 45-48.
- AB'SÁBER, A.N. 2003. Relictos, redutos e refúgios – complexidade marca a trajetória de alguns termos e conceitos em ciências. *Scientific American Brasil*. São Paulo, 2:14(98).
- ALBAGLI, S. 1996. Divulgação científica: informação científica para cidadania. *Ciência da informação*, 25(3).
- ASSIS-PETERSON, A. A., COX, M. I. P. 2007. Inglês em tempos de globalização: para além de bem e mal. *Calidoscópio*, 5(1), 5-14.
- BERTOLDO, E. (2010). Registro paleoambiental em cabeceira de drenagem inscrita no remanescente de superfície aplainada VIII (ARIE do Buriti-SW PR). Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, PR, Brasil.
- CAMARGO Jr, K. R. D. 2013. A indústria de publicação contra o acesso aberto. *Revista de Saúde Pública*, 46, 1090-1110. Campos, J. R. D. R., Silva, A. C., Vasconcellos, L. L., Silva, D. V., Romão, R. V., Silva, E. D. B., & Graziotti, P. H. (2010). Pedochronology and development of peat bog in the environmental protection area Pau-de-Fruta-Diamantina, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34(6), 1965-1975.
- CAPELO, J. 2003. Conceitos e métodos da Fitossociologia - Formulação contemporânea e métodos numéricos de análise da vegetação. Estação Florestal Nacional, Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais, Oeiras, 107p.
- CARDOSO, N. (2007). Paleoecologia da flora de Catalão, paleolago Cemitério, estado de Goiás. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- CARVALHO, D. C. D, PEREIRA, M. G., GUARESCHI, R. F., & MARANHÃO, D. D. C. (2017). Estoque de Carbono e Nitrogênio e Abundância Natural de $\delta^{13}\text{C}$ na Estação Ecológica de Pirapitinga, MG. *Floresta e Ambiente*, 24, e20150092.
- CASSINO, R. F. (2014). Reconstituição paleoambiental da região dos cerrados do norte de Minas Gerais baseada na análise palinológica de sedimentos de veredas e na comparação com conjuntos polínicos atuais. Tese de doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- CECCHET, F. A. (2015). Análise de fitólitos aplicada a reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) na superfície incompletamente aplainada VI–Campo Erê (SC) no pleistoceno tardio. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, PA, Brasil.

- COE, H. H. G., GOMES, J. G., & CHUENG, K. F. (2013). Exemplos de reconstituições da vegetação e inferências de paleoclimas no Estado do Rio de Janeiro através da utilização dos indicadores fitólitos e isótopos de carbono. *Revista Tamoios*, 9(1).
- COE, H. H. G., CHUENG, K. F., & GOMES, J. G. (2012). Reconstituições da Vegetação e Inferências de Paleoclimas Através da Utilização dos Indicadores Fitólitos e Isótopos de Carbono. Exemplos de Estudos no Brasil. *Revista Geonorte*, 1(4), 248-261.
- DELLA COLETTA, L., NARDOTO, G. B., LATANSIO-AIDAR, S. R., & da ROCHA, H. R. (2009). Visão isotópica da vegetação e os ciclos do carbono e nitrogênio num ecossistema de cerrado, sudeste do Brasil. *Scientia Agrícola*, 66(4), 467-475.
- DUCKE, A., BLACK, G. A. 1954. Notas sobre a fitogeografia da Amazônia brasileira. *Embrapa Amazônia Oriental*. 63p.
- FONTES, N. A. (2015). Os efeitos da subida do nível do mar sobre os manguezais do litoral sul da Bahia durante o Holoceno. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil.
- GARCIA, M. J., DE OLIVEIRA, P. E., DE SIQUEIRA, E., & FERNANDES, R. S. (2004). A Holocene vegetational and climatic record from the Atlantic rainforest belt of coastal State of São Paulo, SE Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 131(3-4), 181-199.
- GOMES, F. B. (2016). Dinâmica paleoambiental holocênica no enclave de savana em meio a floresta situado nos setores Tabajara e Estanho do Parque Nacional Campos Amazônicos (AM/RO). Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
- GOMES, M. O. S., MEYER, K. E. B., & PESSENDA, L. C. R. (2017). Reconstituição paleoambiental da Vereda Carrasco da Raposa, Parque Estadual da Serra do Cabral, MG, Brasil, por meio de estudos palinológico e isotópico. *Pesquisas em Geociências*, 44(1), 41-62.
- GONÇALVES, T. S. 2015. A floresta estacional decidual no Brasil: distribuição geográfica e influência dos aspectos pedogeomorfológicos na vegetação. *Revista Monografias Ambientais*, 14(1), 144-153.
- GONÇALVES, T. S., SILVA, A. C., MENDONÇA FILHO, C. V., COSTA, C. R., BRAGA, I. L. 2020. The Capões of Seasonal Semi-deciduous Forest in the Cerrados and Rupestrian Fields of the Espinhaço Range. *International Journal of Geoscience, Engineering and Technology*, 1(1), 43-48.
- GONÇALVES, T. S., SILVA, A. C., MENDONÇA FILHO, C. V., COSTA, C. R., BRAGA, I. L. 2020. Origin and phytogeographic evolution of the Rupestrian Fields of the Espinhaço Mounthain. *International Journal of Geoscience, Engineering and Technology*, 1(1), 63-68.
- GUIMARÃES, J. T. F., COHEN, M. C. L., PESSENDA, L. C. R., FRANÇA, M. C., SMITH, C. B., & NOGUEIRA, A. C. R. (2012). Mid-and late-Holocene sedimentary process and palaeovegetation changes near the mouth of the Amazon River. *The Holocene*, 22(3), 359-370.

- GOUVEIA, S. E., PESSEDA, L. C., BENDASSOLI, J. A., ARAVENA, R., RIBEIRO, A. S., SAIA, S. E., VEDOVETO, M. 2005. Reconstituição paleoambiental (vegetação e clima) no nordeste do Brasil através de isótopos de carbono da matéria orgânica dos solos e fragmentos de carvão. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário.
- KRAUS, J.E.; LOURO, R.P.; ESTELITA, M.E.M. ARDUIN, M. 2006. A célula vegetal. In: Anatomia Vegetal. Apezato-da-Gloria, B.; Carmello-Guerreiro, S.M. (organizadoras). Editora UFV.
- LEITÃO FILHO, H. D. F. 1987. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 35(35). 11p.
- LORENTE, F. L. (2015). Caracterização paleoambiental de depósitos quaternários da costa norte do estado do Espírito Santo (ES-Brasil): uma abordagem interdisciplinar. Dissertação de doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.
- LORENTE, F. L., PESSEDA, L. C. R., CALEGARI, M. R., COHEN, M. C. L., ROSSETTI, D., GIANNINI, P. C. F., ... & MACARIO, K. (2015). Fitólitos como indicadores de mudanças ambientais durante o Holoceno na costa norte do estado do Espírito Santo (Brasil). *Quaternary and Environmental Geosciences*, 6(1).
- LUCENA, U.P; AUGUSTIN, R.R.; COE, H.H.G.; SANTOS, G.M. 2014. Reconstituição da peleovegetação e inferências geomorfológicas em Área de Vereda-Cerrado, Norte de Minas Gerais. *Revista Geonorte, Edição Especial* 4(10): 177- 183.
- LUZ, L. D. (2014). Aspectos paleoambientais do quaternário superior na região de Campo Mourão, Paraná. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.
- MARTINEZ, C. A. F. 2019. Geografias da mobilidade acadêmica internacional brasileira (ou Por que a internacionalização da educação superior é um problema geográfico?). *Terra Livre*, 1(50), 13-33.
- MASSI, L., QUEIROZ, S. L. 2010. Estudos sobre iniciação científica no Brasil: uma revisão. *Cadernos de Pesquisa*, 40(139), 173-197.
- MOURELLE, D., MACEDO, R. B., & PRIETO, A. R. (2018). Análisis palinológico actual y del Cuaternario tardío en la región de los Campos (Uruguay y sur de Brasil): estado de las investigaciones, dificultades y potencialidades. *Metodologías y estrategias del análisis palinológico del Cuaternario tardío*, 156-170.
- NETO, S., SANTOS, J. J. S. D., PEREIRA, M. G., MARANHÃO, D. D. C., BARROS, F. D. C., & ANJOS, L. H. C. D. (2018). Paleoenvironmental Characterization of a High-Mountain Environment in the Atlantic Forest in Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 42.
- NEVES, C. B. A. A. (2013). Paleoecologia dos grandes carnívoros (Carnivora: Mammalia) do Quaternário do Brasil. Dissertação de doutorado, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- PAISANI, J. C., CALEGARI, M. R., PONTELLI, M. E., PESSEDA, L. C. R., de BARROS CÔRREA, A. C., PAISANI, S. D. L., & RAITZ, E. (2013). O papel das

- mudanças climáticas do Quaternário Superior na dinâmica evolutiva de paleovale de segunda ordem (Sul do Brasil). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 14(1).
- PESSENDA, L. C., BOULET, R., ARAVENA, R., ROSOLEN, V., GOUVEIA, S. E. M., RIBEIRO, A. S., & LAMOTTE, M. (2001). Origin and dynamics of soil organic matter and vegetation changes during the Holocene in a forest-savanna transition zone, Brazilian Amazon region. *The Holocene*, 11(2), 250-254.
- PESSENDA, L. C., GOUVEIA, S. E., LEDRU, M. P., ARAVENA, R., RICARDI-BRANCO, F. S., BENDASSOLLI, J. A., ... & OLIVEIRA, S. (2008). Interdisciplinary paleovegetation study in the Fernando de Noronha Island (Pernambuco State), northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 80(4), 677-691.
- PESSENDA, L. C. R., LEDRU, M. P., GOUVEIA, S. M., ARAVENA, R., RIBEIRO, A. S., BENDASHSOLLIL, J. A., & BOULET, R. (2005). Holocene palaeoenvironmental reconstruction in northeastern Brazil inferred from pollen, charcoal and carbon isotope records. *The Holocene*, 15(6), 812-820.
- RADAMBRASIL, P. 1980. *Fitogeografia brasileira: Classificação Fisionômico-Ecológica da vegetação Neotropical*. Orientação e Coordenação Veloso, HP e Góes-Filho, L. Documento elaborado pela Divisão de Vegetação do Projeto RADAMBRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral-MME, Salvador, BA. 85p.
- RECH, A. R., WESTERKAMP, C. 2014. *Biologia da polinização: uma síntese histórica*. Biologia da polinização, 27-43. Editora Projeto Cultural.
- RIZZINI, C. T. 1955. *Latim para botânicos*. Fundação Gonçalo Moniz.
- RIZZINI, C. T. 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*. 25: (1). Número especial. 151p.
- ROMANOWSKI, J. P., ENS, R. T. 2006. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. *Revista Diálogo Educacional*, 6(19), 37-50.
- ROMARIZ, D. A. 1996. *Humboldt e a fitogeografia*. Ed. Lemos, São Paulo.
- ROSSATTO, D. R. (2011). *Grupos funcionais em plantas do cerrado sensu stricto: utilização de recursos hídricos, variabilidade e efeito filogenético em parâmetros funcionais e estruturais foliares*. Tese de doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- SANTIAGO, L. S., SILVERA, K., ANDRADE, J. L., & DAWSON, T. E. (2005). El uso de isótopos estables en biología tropical. *Interciencia*.
- SANTOS, C. P. D., COE, H. H. G., BORRELLI, N., SILVA, A. L. C. D., SOUSA, L. D. O. F. D., RAMOS, Y. B. M., ... & SEIXAS, A. P. (2015). Opal phytolith and isotopic studies of "Restinga" communities of Maricá, Brazil, as a modern reference for paleobiogeoclimatic reconstruction. *Brazilian Journal of Oceanography*, 63(3), 255-270.
- SANTOS, J. D., MUCIDA, D. P., GONZAGA, A. P. D., de JESUS FRANÇA, L. C., MENESES, E. S. 2020. Do Século XIX ao XXI: Estudo comparativo da vegetação primitiva pelo olhar de Saint-Hilaire e fitofisionomias atuais. *Finisterra*. (113):117-134.

- SBP- Sociedade Brasileira de Paleontologia. 2008. Anais do XII Simpósio de Paleobotânicos e Palinólogos. Florianópolis, SC, Brasil, 2 a 5 de novembro. www.ufrgs.br/xiisbpb
- SCHEER, M. B., CURCIO, G. R., & RODERJAN, C. V. (2013). The Late Holocene upper montane cloud forest and high altitude grassland mosaic in the Serra da Igreja, Southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(2), 769-783.
- SILVA, D. W. D. (2018). Caracterização paleoclimática do quaternário tardio em áreas planálticas do Estado do Paraná. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil.
- SILVA, K. C. (2014). Reconstituição paleoambiental de uma área no baixo curso do Rio Ribeira de Iguape com base em bio e geo indicadores. Dissertação de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- SILVA, L. C. R., STERNBERG, L. S. L., HOFFMAN, W. A., HARIDASAN, M. (2007). Expansão florestal no Brasil Central. In *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*.
- SILVA, L. D. C. R. (2007). Dinâmica de transição e interações entre fitofisionomias florestais e formações vegetacionais abertas do bioma cerrado. Dissertação de mestrado, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- SILVA, M. L. D., & SILVA, A. C. (2016). Gênese de turfeiras e mudanças ambientais quaternárias na Serra do Espinhaço Meridional–MG. *Geociências (São Paulo)*, 35(3), 393-404.
- SILVA, V. E., SILVA, A. C., PEREIRA, R. C., de CAMARGO, P. B., SILVA, B. P. C., BARRAL, U. M., & MENDONÇA FILHO, C. V. (2013). Composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical. I-Composição florística, fitomassa e acúmulo de carbono. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(1), 121-133.
- SILVA, S. F., de MELO NETO, J. F. 2015. Saber popular e saber científico. Universidade Federal da Paraíba. *Revista Temas em Educação*, 24(2), 137.
- SOUZA, M. M. D. (2010). Palinologia em sedimentos quaternários, localizados na Estação do Instituto Florestal de Jataí, SP. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- SOUZA, M. M. D. (2014). Análise paleoambiental quaternária do ecótono Cerrado/Mata Atlântica no Município de Mogi Guaçu, SP. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- SOUZA, M. M. D., BRANCO, F. R., JASPER, A., & PESSEDA, L. C. R. (2013). Evolução paleoambiental holocênica da porção nordeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 16(2), 297-308.
- STAUB, T. 2014. O papel dos museus e centros de ciências na divulgação científica: um estudo no estado do Paraná. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, Paraná, Brasil.

- TIFFNEY, B. H. (1985). The Eocene North Atlantic land bridge: its importance in Tertiary and modern phytogeography of the Northern Hemisphere. *Journal of the Arnold Arboretum*, 66(2), 243-273. 32p.
- VIDOTTO, E. (2008). Reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) no Parque Estadual da Ilha do Cardoso-SP durante o Quaternário tardio. Dissertação de doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.
- WOOD, C. E. 1972. Morphology and phytogeography: the classical approach to the study of disjunctions. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 59(2), 107-124. 19p.
- WOODWARD, F. I., SMITH, T. M., EMANUEL, W. R. 1995. A global land primary productivity and phytogeography model. *Global biogeochemical cycles*, 9(4), 471-490.