



Sandy features in the course of the São Francisco river: a systematic literature review

Feições arenosas no curso do rio São Francisco: uma revisão sistemática de literatura

SANTOS, Reinaldo Pacheco dos ⁽¹⁾; SILVA, Fredson Pereira da⁽²⁾;
PACHECO, Clecia Simone Gonçalves Rosa⁽³⁾; SANTIAGO, Alvany Maria dos Santos⁽⁴⁾

⁽¹⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5300-5986>; Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Mestrando, Geógrafo e Perito Judicial Ambiental, BRAZIL. E-mail: pachecoreinaldo6@gmail.com.

⁽²⁾ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1363-948X>; Universidade Estadual do Ceará (UECE), Doutorando e Geógrafo, BRAZIL. E-mail: fredson_psilva@hotmail.com.

⁽³⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5869-4848>; Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Doutora, Pesquisadora e Docente (ser breve e objetivo), BRAZIL. E-mail: alvany.santiago@univasf.edu.br.

⁽⁴⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7621-0536>; Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertão/PE), Doutora, Pesquisadora e Docente, BRAZIL. E-mail: clecia.pacheco@ifsertao-pe.edu.br.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

The present research focused on the original processes and the present conditions of the sandy features called paleodunes along the São Francisco River in the states of Bahia and Pernambuco. Such features are significant records for the understanding of the climatic elements and factors that act over these areas, which are essential for understanding the genesis and evolution of these features through historical time. In this sense, the objective of this article was to analyze the discussions and the scientific records of researchers about this theme, from a systematic literature review, motivated to answer guiding questions (QNs). In order to answer the listed problematic, it was performed, from descriptors, the consultation in search sites, works that approached the theme in thesis, using strict inclusion and exclusion criteria of the findings, through a previously elaborated protocol, with a stipulated time frame. The publications found discuss the processes of origin, evolution, current conditions of these features and possible mitigating actions for the impacts, and point to the need for conservation of these paleoenvironments.

RESUMO

A presente pesquisa teve como enfoque os processos originários e as condições atuais das feições arenosas denominadas de paleodunas situadas às margens do rio São Francisco nos Estados da Bahia e de Pernambuco. Tais feições são registros significativos para compreensão da atuação dos elementos e fatores climáticos sobre estas áreas, primordiais para compreender a gênese e evolução destas feições no decorrer do tempo histórico. Nesse sentido, o objetivo desse artigo, foi analisar as discussões e os registros científicos de pesquisadores acerca desta temática, a partir de uma revisão sistemática de literatura, motivada a responder questões norteadoras (QNs). Para contestar a problemática elencada se realizou, a partir de descritores, a consulta em sites de busca, trabalhos que abordassem a temática em tese, utilizando rigoroso critério de inclusão e exclusão dos achados, por meio de protocolo previamente elaborado, com recorte temporal estipulado. As publicações encontradas discorrem sobre os processos de origem, evolução, condições atuais dessas feições e possíveis ações mitigadoras dos impactos, e apontam para a necessidade de conservação destes paleoambientes.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Recebido: 09/09/2021

Aceito: 25/12/2021

Publicação: 01/01/2022

Keywords:

Paleodunes, Geosystem, Sandy environments, Quaternary dunes.

Palavras-Chave:

Paleodunas, Geossistema, Ambientes arenosos, Dunas quaternárias.

Introdução

O artigo investiga sobre as feições arenosas existentes nas margens do rio São Francisco, localizadas nos municípios da Bahia e Pernambuco, requer imersão em teorias e referências científicas já validadas sobre tal temática. No que concerne ao debate sobre as feições arenosas quaternárias denominados, por alguns autores, de campos de paleodunas fluviais do curso do rio São Francisco, pode-se afirmar que são escassas as referências teóricas publicadas, se comparadas com outras temáticas ambientais.

As referidas feições ou campos de dunas têm sua origem nas variações paleoclimáticas e paleoambientais ocorridas no período quaternário, da Era Cenozoica, sendo suas areias oriundas do processo deposicional elaborado pelo rio São Francisco e transportados por ventos de sudeste e leste. Em vista disso, o complexo de paleodunas tem sua cronografia influenciada por flutuações climáticas do Quaternário tardio, associado ao aporte sedimentar do rio São Francisco (BARRETO, 1996).

A temática em tese (origem, evolução e estado atual das feições arenosas e propostas de conservação), adotou como parâmetro as seguintes questões norteadoras (QNs): O que as pesquisas apontam sobre a gênese das feições arenosas do rio São Francisco? Quais as condições atuais delas no que concerne aos impactos naturais e antropogênicos? Existe algum plano de mitigação dos impactos socioambientais e conservação destes ambientes?

Os achados indicam que os campos paleodunares em estudo são de origem quaternária, tendo em sua gênese o trabalho contínuo do rio São Francisco a partir do processo deposicional, tendo a contribuição da ação eólica, que remontou estes campos durante décadas para que se vislumbrasse, no contexto atual, tais feições com as características ora existentes.

Entretanto, também assinalam um proeminente processo de degradação da área, impulsionada por intervenções antrópicas, demandando assim a necessidade de tomada de decisões, no que tange a conservação, visando evitar a perda de registros marcantes sobre paleoambientes do quaternário do Nordeste brasileiro. Em síntese, o presente artigo objetivou analisar as discussões e registros científicos de pesquisadores acerca desta temática por meio de uma revisão sistemática da literatura.

Referencial Teórico

As paleodunas do médio rio São Francisco estão situadas, em determinados territórios, dentro de Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Os campos de paleodunas

existentes entre Xique Xique e Barra na Bahia pertencem a APA Dunas e Veredas do Médio São Francisco, criada pelo Decreto 6.547 de 18 de julho de 1997. Já os campos paleodunares de Casa Nova também na Bahia, pertencem a APA Lago de Sobradinho, criada pelo Decreto nº 9.957 de 30 de março de 2006. Contudo, os campos de paleodunas existentes em Rodelas (BA), Floresta e Petrolina (PE), e ainda não fazem parte de nenhuma área de conservação e/ou preservação ambiental. Nas áreas que pertencem a APAs, a decisão de criação se deu por considerar a singularidade das formações geológicas de dunas como ocorrência única no Nordeste brasileiro, sendo geralmente circundados pela Depressão Sertaneja.

De maneira geral, as áreas da pesquisa, de acordo com a classificação de Köppen podem ser caracterizadas pelo clima BswH, onde a precipitação anual fica em torno de 400-800 mm, ocorrendo principalmente de outubro a março. De acordo com Nimer (1977; 1989), a temperatura média do mês mais frio nestas áreas é superior a 18° C e as médias anuais não ultrapassam 27° C. As oscilações sazonais dos ventos são oriundas das massas, Equatorial Atlântica e Tropical Atlântica, no inverno, e à Massa Equatorial Continental no verão. Há na área o predomínio da vegetação do tipo caatinga devido aos solos arenosos e pouco desenvolvidos das dunas, somadas às características típicas do clima semiárido (JACOMINE et al., 1976).

No que diz respeito a área dos campos paleodunares de Barra e Xique Xique (BA), as altitudes variam entre 400 e 800 m, onde as feições relacionadas à sedimentação eólica foram analisadas quanto às características sedimentológicas e morfológicas, modificações pós-deposicionais e padrões pretéritos de paleoventos (PACHECO, 2014). Estudos de Barreto apontam o predomínio de cinco domínios geomorfológicos existentes nesta área, que são: fluvial, lençóis de areia, dunas com morfologia nítida, dunas com morfologia tênue e nítida e dunas dissipadas (BARRETO, 1996).

Neste aspecto, em termos geomorfológicos se considera o domínio morfoestrutural e a depressão periférica do médio São Francisco. O domínio morfoestrutural é definido pelo agrupamento de fatos geomorfológicos provenientes de amplos aspectos geológicos (PACHECO, 2014). Existem dois grandes fatores morfogenéticos que explicam o modelado do relevo do Nordeste do Brasil, com vistas, aos fatores estruturais, condicionantes aos grandes domínios morfoestruturais e que são os originadores da base espacial do relevo regional e, aos fatores climáticos, responsáveis pela diversificação das formações vegetais e dos processos morfogenéticos atuantes nos diversos meios morfoclimáticos (IBGE, 1977).

No que tange aos campos paleodunares de Casa Nova na Bahia, a altimetria da área varia de 0 a 700m, estando geomorfológicamente na Depressão Sertaneja Meridional e Depressão do Médio São Francisco. A área é formada também por planícies e terraços

fluviais do rio São Francisco, composta por latossolos amarelo eutrófico, neossolos quartzarênicos órticos e flúvicos, entre outros. O clima é semiárido quente e a vegetação é de savana-estépida arborizada e arbustiva (PACHECO, 2020). De acordo com Pacheco et al., (2020) os campos de Casa Nova possuem a mesma gênese que os demais campos e seus impactos ambientais são similares aos dos demais municípios já mencionados.

No que tange aos campos paleodunares de Rodelas (BA) denominado “Deserto de Surubabel”, um Relatório de Visita Técnica do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) de 2012 publicado pelo Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Caatinga (CERBCAAT) da Bahia, revela que este cenário surpreende aos visitantes pela beleza, degradação e processo acelerado de desertificação. O solo está quase sem nenhum material orgânico e, transmite a impressão de que se está à beira de um oceano em plenas margens do rio São Francisco (PACHECO et al., 2020, p. 236).

A maior parte do município de Rodelas é formado solos do tipo Neossolo Quartzarênico assentados sob a unidade geomorfológica dos Tabuleiros e fazendo parte das bacias sedimentares dos rios Tucano Norte e Jatobá, compostas por rochas do tipo arenito e conglomerado, que estruturam geomorfológicamente os tabuleiros, tidos como relevos residuais compostos por rochas sedimentares mais resistentes, possuindo topos planos e seguindo a estratificação das rochas de origem (LIMA et al., 2014).

Em relação aos campos de paleodunas de Petrolina (PE) o município se insere na Província Borborema e a Província ou Cráton do São Francisco, correspondentes “litologicamente a área se caracteriza por apresentar faixas extensas de sedimentos finos dobrados, como metassedimentos, em geral com baixo grau de metamorfismo [...] estando sobre uma faixa de colagem ou amalgamento de unidades cratônicas” (CABRAL, 2014, p. 24). Estes depósitos arenosos apresentam extensão de aproximadamente 148 km², dispostos a Oeste/Sudoeste. Na direção Norte/Sul tem comprimento total de 11 km, e de Leste/Oeste 23 km (CABRAL, 2014, p. 22).

Neste sentido, as feições geomorfológicas são impactadas por agentes climáticos, que condiciona um novo desenho ao modelado terrestre. Ao passo que um novo modelado é construído, o input e output de energia em um sistema geomorfológico que vai permitir que se processem erosão, transporte e sedimentação de detritos na superfície (CABRAL, 2014). Porém, o intemperismo, a erosão, o transporte e a sedimentação acabam retrabalhando os depósitos sedimentares recentes, o que dificulta ter um indicador seguro para pontuar ocorrências relevante no quadro evolutivo das paisagens terrestres, e em particular aqueles que dizem respeito ao quadro geológico-geomorfológico e climático (MELO et al., 2005).

No transcorrer do tempo geológico as feições são lapidadas, elaboradas e retrabalhadas pela erosão ou pelo material sedimentar que as recobrem e, nessa dinâmica, são conservados os registros apropriados para elucidar como as díspares paisagens evoluíram e quais foram os processos incumbidos por essa evolução. Na concepção deste autor, as feições arenosas de Petrolina evidenciam um clima árido ou semiárido severo, carecendo “um estudo detalhado das feições geomorfológicas associados a eles, para colaborar com mais informações sobre formas superficiais recentes, como as dunas e os lençóis de areia, evidência irrefutável das mudanças climáticas quaternárias ocorridas no interior nordestino” (CABRAL, 2014, p. 18).

E por fim se tem as feições arenosas ou campos paleodunares existentes às margens do Lago de Itaparica no Município de Floresta (PE) também inserida no contexto da Depressão Sanfranciscana. A área compreende uma vasta planície assimétrica com aproximadamente 12 km de eixo norte/sul e 08 km no eixo leste/oeste, totalizando 08 km². A área foi estudada por Ferreira, Corrêa e Barreto (2013), onde, segundo eles, a geologia desta é composta por revestimentos superficiais quaternários que estão assentados discordantemente sobre as rochas metamórficas Mesoproterozóicas do Complexo Belém de São Francisco. Ademais, a geomorfologia da região é constituída por um mosaico formado por pedimentos, maciços residuais e inselbergs.

Posto isto, é crucial se dizer que no contexto da bacia do São Francisco tem-se desde incontáveis campos de paleodunas até importantes centros urbanos, amplas paisagens naturais e de sítios arqueológicos. Schobbenhaus et al. (1984, p. 242) aponta ser os campos de paleodunas do médio rio São Francisco o “único exemplo de formações dunares de ambiente desértico quaternário no Brasil”, classificando estes como “depósitos eólicos pleistocênicos” do cráton do São Francisco.

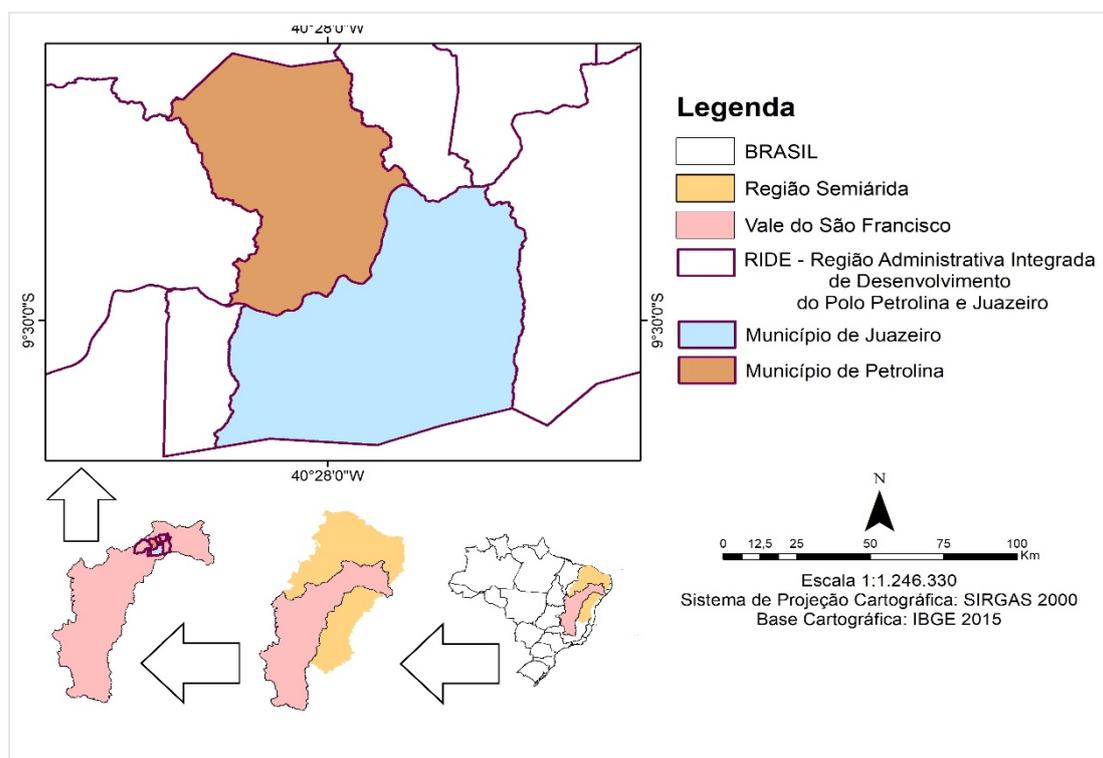
Em suma, na ótica de Ferreira, Corrêa e Barreto (2013) as condições paleoclimáticas do Vale do São Francisco permitiram o desenvolvimento de campos de dunas fluviais nos estados da Bahia e de Pernambuco, sendo que, a principal fonte das areias é o próprio rio São Francisco que drena relevantes fontes de substâncias arenosas, a exemplo das encostas íngremes da Serra da Canastra (MG); a borda oeste da Chapada Diamantina e; a Bacia Sedimentar do São Francisco (BA), além da borda sudeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba (PI) (FERREIRA; CORRÊA; BARRETO, 2013).

Procedimento Metodológico

O contexto geográfico da pesquisa está delimitado em pontos específicos dos Estados da Bahia e de Pernambuco. As feições arenosas, da qual essa revisão sistemática aborda, estão situados entre as latitudes de 8°47'41" e 10°49'30" Sul e as longitudes 38°46'97" e 42°52'31" Oeste (na Bahia) e as latitudes de 8°49'88" e 9°23'20" Sul e as longitudes 38°32'36" e 40°30'140" Oeste (em Pernambuco) ocupando parte dos municípios Xique Xique, Barra, Casa Nova, Rodelas, Floresta e Petrolina (figura 1).

A área é composta por extensas formações de depósitos eólicos, cuja altura variam entre 50 e 100 metros de altura, numa área onde predomina o clima semiárido, com vegetação nativa de caatinga (hipoxerófila), com trechos de caatinga muito seca (hiperxerófila), e pequenos enclaves característicos de climas mais úmidos às bordas do rio e nas depressões interdunares.

Figura 1. Localização da área de pesquisa



Fonte: SANTOS (2021).

Para se traçar essa discussão adotou-se como estratégia metodológica uma revisão sistemática de literatura, através de uma abordagem quali-quantitativa exploratória, por possibilitar a familiarização com problema, limitando o registro dos fatos observados sem interferências. Ademais, quanto aos procedimentos, a pesquisa está classificada como

bibliográfica, pois está embasada em materiais já elaborados e publicados que serviram de fontes instrumentais (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A revisão sistemática da literatura é uma modalidade de pesquisa, que segue protocolos peculiares procurando entender e dar significação a um grande corpus documental, notadamente, averiguando o que se adequa e o que não se adequa num dado contexto. Está focalizada no seu caráter de reprodutibilidade por outros pesquisadores, apresentando de forma explícita as bases de dados bibliográficos que foram verificadas, as estratégias de busca empregadas em cada base, o processo de triagem dos trabalhos científicos, os critérios de inclusão e exclusão dos mesmos e o processo de análise de cada um (GALVÃO; RICARTE, 2020).

Considerando o escopo desse artigo que é analisar as discussões sobre a origem e estado atual das feições arenosas em algumas áreas da Bahia e de Pernambuco, a partir de uma revisão sistemática, foram lançadas três QNs as quais determinaram o desenvolvimento da pesquisa, a saber: QN1: O que as pesquisas apontam sobre a gênese das feições arenosas do rio São Francisco? QN2: Quais as condições atuais delas no que concerne aos impactos naturais e antropogênicos? QN3: Existe algum plano de mitigação dos impactos socioambientais e conservação destes ambientes?

O método empregado para a realização da pesquisa foi o processo de condução de buscas independentes e a identificação dos achados para obtenção de rigor e confiabilidade na busca, elaborando-se um protocolo específico de pesquisa (YIN, 2010). Para obtenção dos trabalhos embasadores dessa revisão, adotou-se como ferramentas o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), e o *Google Scholar* (Google Acadêmico), utilizando como descritores de pesquisa: “dunas do São Francisco”, “paleodunas” e “feições arenosas do São Francisco”. Após essa etapa, empreendeu-se os seguintes refinamentos para pesquisa: busca por artigos, teses, dissertações e livros e um recorte temporal por décadas (1990 a 2020), por se tratar de estudos relacionados ao clima, sendo, portanto, relevante analisar no mínimo 30 anos para se ter um resultado confiável.

Os trabalhos extraídos desta busca assaram por outros processos de refinamento, para serem incluídos e integrarem a discussão desta revisão. Deste modo, foram incluídos: trabalhos publicados em revistas com no mínimo *Qualis* B2; aqueles cuja região de pesquisa fosse as dunas do rio São Francisco nos Estados da Bahia e de Pernambuco; e quanto à temática, aqueles que propiciassem respostas para as Questões Norteadoras (QNs) aqui expostas e registradas no protocolo de pesquisa. Além dos processos de seleções já mencionados, foram excluídos artigos/trabalhos que tiveram como estratégia metodológica apenas a revisão bibliográfica,

alcançando, desta forma, um número aceitável para o estudo sistemático do tema que corroborasse com as dimensões mais significativas e suas respectivas textualizações clássicas e atualizadas.

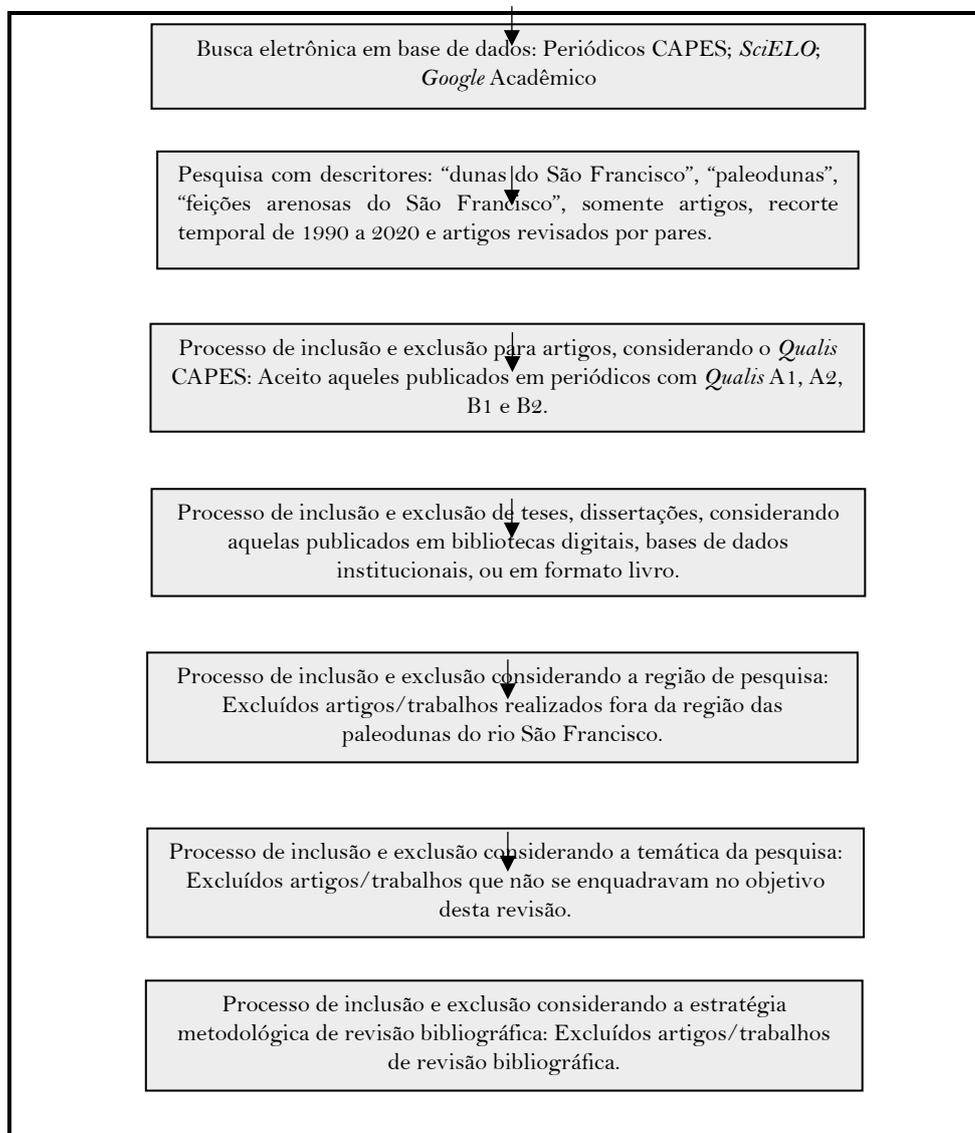
Do mesmo modo, os dados elegidos foram submetidos a um processo de preparação, de modo a detectar a priori se os documentos escolhidos estavam de acordo com a temática a ser revisada, para na sequência submetê-lo à análise do seu conteúdo. Após tal etapa, os achados passaram pelo processo de unitarização, por meio da leitura exploratória de todo conteúdo e empregou-se os procedimentos de codificação, classificação e categorização. Depois de os dados estarem metodicamente agregados em unidades, realizou-se a etapa de descrição exaltando as características pertinentes do conteúdo apresentado ao texto, e por conseguinte, através de interpretação diligente, explorou-se os significados expressos na literatura objeto de investigação e revisão.

Destarte, após esta busca e seleção de aportes teóricos, constatou-se a inexistência de artigos que demonstrassem, por meio de revisão sistemática de literatura, resultados dessa temática, sinalando assim a relevância desse trabalho. Também se observou a escassez de literatura específica sobre paleodunas do São Francisco, especificamente, as paleodunas da Bahia e de Pernambuco.

Análise dos Resultados

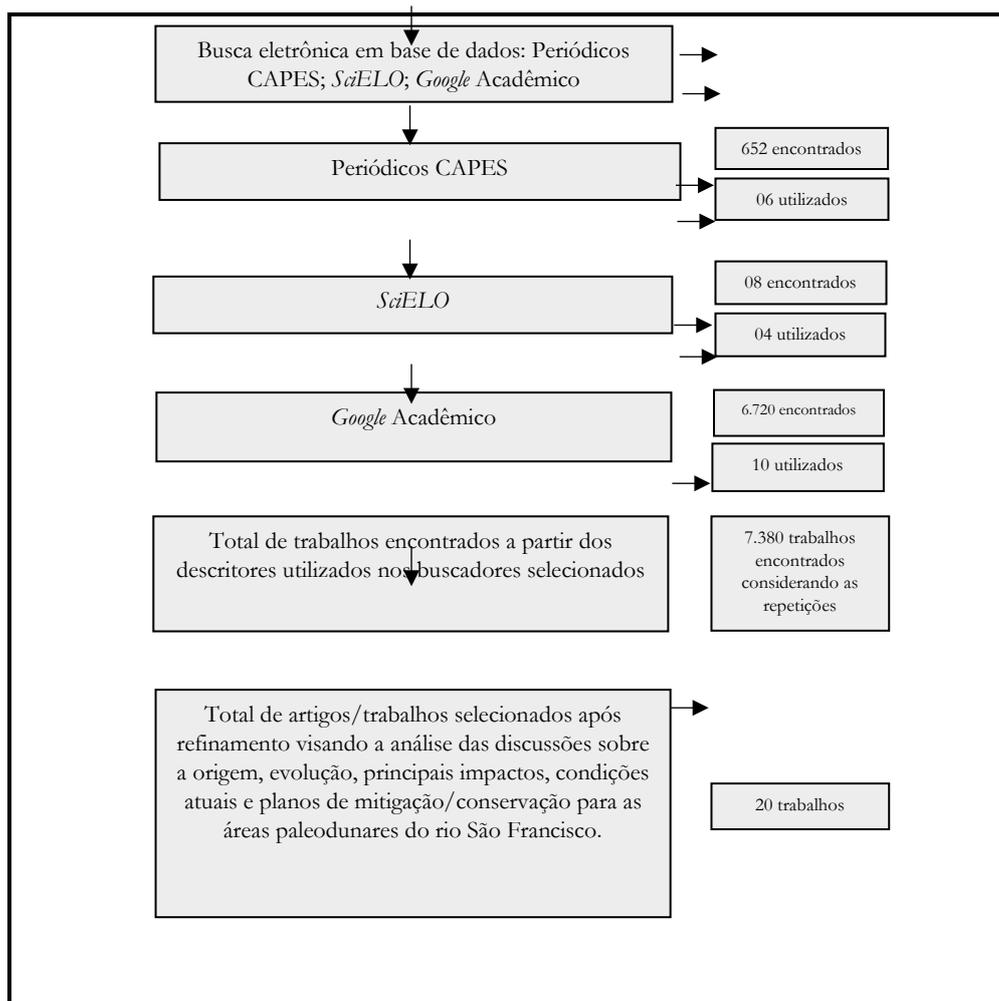
O quadro 1 apresenta um fluxograma da pesquisa com seus processos de refinamentos (inclusão e exclusão). Ao fim, foram encontrados nas buscas 7.380 trabalhos que abordavam de maneira geral sobre o tema “dunas”. Contudo, após o processo de filtragem, foram selecionados apenas 20 trabalhos para compor a discussão desta revisão sistemática de literatura, pois tinham relação direta com o objeto de estudo e respondiam as QNs, conforme visualizado no quadro 2.

Quadro 1. Fluxograma da pesquisa e processo de refinamento (inclusão/exclusão)



Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Quadro 2. Fluxograma da pesquisa por fontes de buscas e seleção de achados



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

É crucial informar que quando se utilizou todos os descritores na busca não foi possível encontrar nenhum resultado, tendo-se optado então pela busca por cada descritor isoladamente. Para a análise dos 20 trabalhos selecionados, realizou-se uma organização de acordo com temática central dos seus conteúdos, como mostra o quadro 3. Em suma, os trabalhos analisados enfocaram suas pesquisas na gênese e na evolução; nos principais impactos sofridos; nas condições atuais das feições (riscos de descaracterização dos campos dunares); e nos planos de mitigação e conservação para estas áreas.

Quadro 3. Organização e classificação dos artigos segundo suas temáticas centrais

Nº	Título do Trabalho	Autores	Ano Pub.	Tipo	Qualis	Temática
01	Sítios dunares do sub-médio São Francisco, Bahia, Brasil	ETCHEVARNE	1992	Tese	Sem Qualis	Feições arenosas de Rodelas/BA
02	Estudo morfológico e sedimentológico da porção norte do mar de areia fóssil do médio Rio São Francisco, Bahia.	BARRETO	1993	Dissertação	Sem Qualis	Estudo morfológico e sedimentológico das dunas de Xique Xique/Barra
03	Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixadas do médio Rio São Francisco, Bahia	BARRETO	1996	Tese	Sem Qualis	Estudo granulométrico, e mineralógico das dunas de Xique Xique e Barra
04	O campo de dunas inativas do médio rio São Francisco, Bahia	BARRETO <i>et al</i>	2002	Artigo	Sem Qualis	Gerações de dunas eólicas em Xique Xique e Barra
05	O paleodeserto de Xique-Xique	AB'SABER	2006	Artigo	B1	Origem e impactos ambientais
06	Depósitos Eólicos Inativos do Submédio São Francisco, evidências de atividade eólica durante o Pleistoceno, Nordeste do Brasil	FERREIRA; CORRÊA; BARRETO	2013	Artigo	A2	Feições arenosas do rio São Francisco em Itaparica, Floresta-PE
07	Ecodinâmica da Paisagem Paleodunar do Médio Rio São Francisco/BA: em defesa das fronteiras agredidas	PACHECO	2014	Dissertação	Sem Qualis	Origem, evolução, impactos e medidas de conservação nas dunas em Xique Xique/Barra
08	<i>Chemostratigraphy of the lower Bambuí Group, southwestern São Francisco Craton, Brazil: insights on Gondwana paleoenvironments</i>	KUCHENBECKE <i>et al</i>	2016	Artigo	B1	Grupo Bambuí no Cráton do São Francisco e paleoambientes de Gondwana
09	Gestão e conservação de paisagens protegidas no Brasil: análise de campos dunares do rio S. Francisco	PACHECO; TORRES; SANTOS	2016	Livro	Sem Qualis	Análise de campos de dunas do rio São Francisco
10	As vulnerabilidades do geossistema paleodunar do médio Rio São Francisco (BA) uma proposta de conservação	PACHECO; OLIVEIRA	2016	Artigo	B1	Impactos ambientais nas áreas paleodunares em Xique Xique e Barra
11	Caracterização histórico-ambiental da APA dunas e veredas do baixo-médio São Francisco (BA)	PACHECO; OLIVEIRA	2016	Artigo	B1	Caracterização físico-geográfica das paleodunas em Xique Xique e Barra
12	Classificação Ecodinâmica no campo de dunas de Petrolina - PE	CABRAL <i>et al</i>	2016	Artigo	B2	Caracterização dos campos de dunas de Petrolina/PE
13	Ecodinâmica da Paisagem Paleodunar do Médio Rio São Francisco/BA	PACHECO; OLIVEIRA	2017	Livro	Sem Qualis	Origem, Impactos e Plano de Conservação
14	O paleoambiente na região Nordeste do Brasil: estudo cronológico e bibliográfico [...]	SILVA	2017	Dissertação	Sem Qualis	Origem e evolução dos paleoambientes do Nordeste
15	Dinâmica geomorfológica das Ilhas do Massangano e Rodeaduro no alto submédio São Francisco	LYRA	2017	Tese	Sem Qualis	Análise integrada de processos geo- fluviais no Submédio São Francisco
16	<i>La degradación ambiental en paleoambientes de Brasil: análisis ecodinámico de la Ecorregión Dunas de São Francisco</i>	PACHECO <i>et al</i>	2018	Artigo	A2	Degradação ambiental em paleodunas do rio São Francisco
17	<i>Desacoplamento entre os setores Alto-Médio e Baixo do rio Francisco (Brasil) [...]</i>	RANGEL <i>et al</i>	2019	Artigo	Sem Qualis	Feições arenosas e sedimentação no baixo e médio rio São Francisco
18	Geosistêmica Paleodunar no Curso do Rio São Francisco	PACHECO <i>et al</i>	2020	Artigo	B1	Impactos e estado dos paleoambientes dunares
19	Paleoecossistemas no curso do rio São Francisco/BA e a ecodinâmica das paisagens	PACHECO	2020	Livro	L1	Impactos e PCA em Xique Xique e Barra
20	<i>Environmental Conservation Proposal (PCA) for the Casa Nova/BA paleodunar complex [...]</i>	ARAUJO <i>et al</i>	2020	Artigo	A1	Impactos e Plano de Conservação das paleodunas do rio São Francisco

Fonte: Dados da Pesquisa, 2020.

Achados Sobre a Origem e a Evolução das Paleodunas

No que diz respeito a origem e evolução das feições arenosas do rio São Francisco, no trabalho 1 se trata da formação de campos de dunas no município de Rodelas e arredores, onde o autor enfatiza em seu estudo os sítios arqueológicos sobre as dunas, destacando alguns conjuntos dunares específicos, como: Porto da Missão (município de Chorrochó), Outeiro, Jacó, Surubabel, Volta do Rio e Cabeça do Boi (município de Rodelas). “A singularidade dos sítios dunares se revela, especialmente, no fato de apresentarem [...] o material arqueológico em superfície, podendo, portanto, ser classificados como sítios superficiais” (ETCHEVARNE, 1992, p. 60). Em suma, “cada sítio arqueológico está composto pela unidade geomorfológica (dunas) que o define e pela totalidade dos setores ocorrentes” (ETCHEVARNE, 1992, p. 61) se tratando assim, de feições reliquiárias e relevantes para pesquisas que envolvam paleoclimas, paleohidrografia, paleoeras etc.

O trabalho 2 assinala que o agente construtor das dunas fósseis existentes entre Xique Xique e Barra foi o rio São Francisco e seus afluentes, que forneceram os areais e depositaram na bacia sedimentar, sendo retrabalhadas pelo vento, gerando depósitos flúvio-eólicos. Atualmente, devido à provável alteração de relevo e/ou mudança climática, as paleodunas são erodidas pelo ciclo erosivo atual, denominado de Ciclo Paraguaçu (BARRETO, 1993).

Seguindo este mesmo raciocínio, Barreto e Suguio (1993) reforçam que o rio São Francisco e seus afluentes foram a principal fonte de areias formadoras das dunas, embasados na comparação da carga de areia transportada atualmente pelo rio com o volume estimado de areia eólica encontrada entre as áreas dos campos de Barra e Xique Xique. No estudo eles apontam que, para que o rio fornecesse a quantidade de areia que formou os campos dunares, seriam necessários no mínimo 100.000 anos.

Evidencia-se no trabalho 3 que, a partir das técnicas de termoluminescência, a autora realizou a datação dos sedimentos eólicos e, da técnica com radiocarbono datou as fases de retrabalhamento eólico das dunas fixadas do médio rio São Francisco. Entre os processos erosivos Barreto (1996) enfatiza que descobriu evidências de processos pedogenéticos erosivos fluviais e/ou pluviais nas dunas e nos lençóis de areia, em razão da influência da apropriação humana na área que aguçou a remobilização das dunas. Constatou também a instabilidade do relevo notabilizando mudanças de altura e densidade das dunas, indicando partes preservadas e outras não, com ocorrência de erosão pelo rio São Francisco e pela ação antrópica.

Além do mais, a autora pondera que, a partir dos métodos utilizados, chegou à conclusão de que, pelo menos desde 28.000 anos existia na área condições propícias ao desenvolvimento de dunas, caracterizadas por clima árido ou semiárido e ventos relativamente fortes, associados

a abundante suprimento de areia disponível para o transporte eólico. Em síntese, a autora afirma que as dunas mais antigas datam de 28.000 anos e as mais recentes de 900 anos.

Em referência ao trabalho 5, Ab'Saber (2006) levantou algumas hipóteses na década de 1950 em relação a origem dos campos, afirmando que: 1. Se trata de um verdadeiro erg de um paleodeserto intermontano regional, de passado ainda hipotético, situado na parte centro-oriental do Brasil. De acordo com ele, as montanhas de areias depositadas e retrabalhadas por processos eólicos, foram trazidas de montante (rio acima), por um lento processo de sedimentação fluvial, em um certo período do Quaternário Superior (Pleistoceno); 2. Pode-se pensar que as altas dunas fixas de Xique Xique tenham sido geradas em uma das fases semiáridas do Pleistoceno Superior, em momentos em que o nível geral dos mares esteve a dezenas e dezenas de metros mais baixos que os níveis atuais.

No entendimento de Ab'Saber (2006, p.306), o campo de dunas de Xique Xique consiste na “maior massa de areias existentes em qualquer parte do território brasileiro. Trata-se de um ambiente dotado de fortíssima erodibilidade, quando impactados pela erosividade de ações antrópicas incompatíveis”. O autor adverte para a necessidade de estabelecer essa área como uma área de preservação permanente, todavia, ele já atentava para a indispensabilidade se elaborar “propostas para compensar os pobres roceiros das vazantes, assim como os pastores de bodes que estão iniciando uma nova atividade de consequências gravíssimas para a derruição das dunas”, com vistas a conservar a existência desse cenário fisiográfico e ecológico tão vulnerável e significativo.

Neste aspecto, o trabalho 6 salienta que os depósitos e feições eólicas retratam importantes elementos dos modelados do relevo e como esses complexos de acumulações sedimentares e morfologias têm grande destaque na inferência de condições paleoambientais os campos de dunas fixadas, fixas, fósseis, reliquiares ou inativas. “Essas feições exprimem registros de mudanças climáticas intensas, ocorrências de maior aridez ou intensificação dos ventos durante o Quaternário”. Ademais, apesar de sua importância no estudo da evolução ambiental da região semiárida brasileira ao longo do Quaternário, “a presença de depósitos eólicos inativos na margem pernambucana do São Francisco não havia sido estudada anteriormente” (FERREIRA; CORRÊA; BARRETO, 2013, p. 364).

No tocante ao trabalho 7, enfatiza-se que a área dos campos de dunas inativas do médio rio São Francisco retrata um extraordinário sítio, testemunho de evoluções geológicas e geomorfológicas locais, em grande parte, imputada às alternâncias paleoclimáticas do Nordeste brasileiro durante o Quaternário. Sob outra perspectiva, a biodiversidade faunística e florística local reverbera também o eclético cenário físico e edafoclimático (PACHECO, 2016).

Com referência ao trabalho 8, expõe-se sobre o Grupo Bambuí, considerado pelos autores como a mais importante unidade de cobertura do Cráton do São Francisco. Na ótica dos autores, se for considerado o contexto regional, “a Bacia Bambuí representaria, no limite Neoproterozoico/Paleozoico, uma bacia marinha restrita, total ou parcialmente encoberta por cadeias de montanhas, no interior de Gondwana”. Nos estágios iniciais, “a sedimentação ocorrera sob influência de um episódio glacial, cuja fase de degelo foi responsável por significativa entrada de água doce no mar”, e com o paulatino acréscimo de temperatura, a atividade biológica no mar aumentara sucessivamente. Por fim, “um instantâneo aumento na atividade biológica pode ter sido acelerado por alterações paleogeográficas provocadas pela tectônica ativa” (KUCHENBECKER et al., 2016, p. 146).

Com relação ao trabalho 9, trata-se dos campos de dunas estudados nos municípios de Xique Xique, Barra e Pilão Arcado, destacando que estes fazem parte da EDVS - Ecorregião Dunas do São Francisco e da Área de Proteção Ambiental (APA) das Dunas e Veredas do Baixo-Médio São Francisco. De acordo com os autores sua origem está atrelada ao trabalho flúvio-eólico, onde o clima era mais árido e o regime e curso do rio São Francisco distintos das características atual (PACHECO; TORRES; SANTOS, 2016, p. 427).

No que se refere ao trabalho 12, aborda-se que os campos paleodunares de Petrolina/PE consistem em um depósito eólico de areia, predominantemente fina que equivalem uma “paisagem de dunas Nebkas e parabólicas, Blowouts e lençol de areia, cuja gênese está ligada à remobilização de areia de dentro do rio São Francisco, em períodos mais secos no Semiárido do Nordeste, em momentos de oscilações climáticas durante o Quaternário”, onde o nível de água do canal reduziu a ponto de os bancos de areias depositados no próprio canal, ficarem expostos a ação eólica (CABRAL, et al, 2016, p.12).

Ainda sobre paleoambientes de Petrolina, de acordo com o trabalho 15 de Lyra (2017) que desenvolveu pesquisa sobre algumas ilhas do rio São Francisco, localizadas no respectivo município, destaca-se que estas são feições reliquias da paisagem e de todo sistema hidrográfico-ambiental em que estão inseridas, bem como, “seus depósitos sedimentares funcionam como geoarquivos de dados ambientais subsidiando uma compreensão da evolução geomorfológica e dinâmica fluvial existente” (LYRA, 2017, p.18).

Ainda sobre a origem e evolução das feições arenosas, o trabalho 17 traz à baila que além dos sedimentos fluviais que circundam o canal do rio, decorrem ainda na área de estudo uma vasta acumulação de sedimentos eólicos cuja fonte foram os aluviões do próprio rio com áreas ocupadas pelos diferentes depósitos quaternários nos setores médio e baixo do rio São Francisco (RANGEL et al., 2019).

Achados Sobre os Principais Impactos e Condições Atuais

No que diz respeito aos impactos e as condições atuais das feições, o trabalho 4 de Barreto et al., (2002, p. 230), salienta que é gigantesca “a suscetibilidade à erosão dos sedimentos essencialmente arenosos, de modo que a ocupação humana da área conduziria à completa desfiguração geomorfológica das dunas, causando reflexos irreversíveis na hidrologia e na biodiversidade faunística e florística”. Complementa que o adensamento da ocupação humana local promove intensificação dos processos geológicos, otimizado pelo aproveitamento dos solos desenvolver culturas de subsistência.

Com base nos achados de sua pesquisa na década de 50, Ab’Saber (2006) no trabalho 5 chegou à conclusão de que, as atividades antropogênicas desta época já afetavam o ecossistema nesses campos. Dentre os tipos de degradações ele destacou cinco:

Cicatrizes vivas de derruição das dunas ao norte do conjunto; trilhas anastomosadas de trânsito de bodes por extensos trechos da parte oriental das velhas dunas regionais; derruição da periferia extrema do campo de dunas no piemonte oriental da crista norte-sul da Serra do Estreito; areias expostas na beirada das dunas diante do leito maior do Rio São Francisco; e ampliação da devastação em alguns outros vales outrora dotados de estreitas vazantes por atividades agrárias rústicas (AB’SABER, 2006, p. 303-304).

Sendo assim, pode-se afirmar que os impactos ambientais na área não têm iniciado recentemente. Nessa perspectiva, no trabalho 13 discorre-se que atualmente paleodunas do médio rio São Francisco situadas em Xique Xique e Barra, fazem parte da Área de Preservação Ambiental (APA) Dunas e Veredas do Médio Rio São Francisco¹ e possuem seu sistema natural de resiliência, no entanto, este necessita estar em consonância com a sua dinâmica externa, pois não adianta o próprio sistema natural se autorrefazer, se ao mesmo tempo as ações antropogênicas o afetam direta e indiretamente, diminuindo assim, o seu poder natural de reconstituição (PACHECO; OLIVEIRA, 2017).

No que tange ao trabalho 9, este corrobora enfatizando que os impactos socioambientais encontrados nas áreas dunares de Xique Xique, Barra e Casa Nova são impactos comuns aos demais campos paleodunares, independente do município em que se situam, destacando a degradação no processo de urbanização e pressão antrópica por meio de uma série de fatores (PACHECO; TORRES; SANTOS, 2016, p. 427).

Já o trabalho 19 ressalta que a modificação provocada pela ação humana em um componente desse geossistema, implicará em transformação do sistema como um todo em direção a novos estados de equilíbrio, cujo resultado pode ser inoportuno e de difícil controle. A preservação integral das dunas vegetadas, especialmente as dunas frontais, tem-se mostrado crucial na proteção do equilíbrio destes paleoambientes (PACHECO, 2020).

Similarmente no trabalho 10 Pacheco e Oliveira (2016) abordam que o espaço geográfico sendo palco do ecossistema dunar suporta excessivas alterações em decorrência das derivações antropogênicas,

¹ Decreto foi criado com base Lei nº 3.858, de 3 de novembro de 1980, da Lei Federal nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e da Resolução nº 10, de 14 de dezembro de 1988, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

isto é, diferentes graus de derivação dos sistemas naturais, sob o impacto humano, proporcionando transformações muitas vezes irreversíveis. Comumente, as áreas costeiras, sejam marítimas ou fluviais, sofrem processos de degradação e possuem fragilidades significativas, onde as pressões exercidas sobre os seus *habitats*, requerem com certa urgência a aplicação de estratégias integradas de manejo para enfrentar problemas cada vez mais complexos.

Ratificando o que foi descrito até agora, o trabalho 12 aponta que nas áreas paleodunares de Petrolina, verificou-se expressivo processo de ocupação humana através do ingresso e amplitude de diversas atividades econômicas na área, com destaque para o agronegócio que produz frutas e hortaliças. Além desta, a extração de areia, a atividade turística no balneário do rio São Francisco e avanço da urbanização também promovem diversos impactos nestes ambientes. Estas formas de uso e ocupação têm se tornando “uma ameaça eminente para tal patrimônio natural, que poderá chegar a desaparecer em poucas décadas, caso o processo de uso e ocupação do solo na área se mantenha no ritmo que segue” (CABRAL et al., 2016, p. 12-13).

No que concerne ao trabalho 14, o autor destaca que os estudos paleoambientais realizados no Brasil e especificamente na região Nordeste, são de grande relevância para a construção de outros modelos biogeográficos e paleoclimáticos. Segundo ele, os modelos paleoambientais mais utilizados pela arqueologia brasileira têm como parâmetro os propostos pelo renomado geógrafo Aziz Ab’Saber, considerado como uma referência em estudos ambientais, paleoclimáticos e ecológicos (SILVA, 2017).

Ademais, Pacheco et al., (2018) no trabalho 16, chama atenção para a necessidade de estas áreas, tão sensíveis à degradação, receberem atenção e supervisão efetivamente adequada do poder público e/ou da gestão da APA, uma vez que se trata de áreas turísticas visivelmente exploradas em qualquer parte do planeta, de uma beleza natural ímpar e de uma relevância fabulosa para pesquisa, visto que os registros são indicadores de paleoeras e guardam registros arqueológicos cruciais para a compreensão, no presente, da origem destes paleoambientes.

No que se refere ao estudo 18, Pacheco et al. (2020) indicam inúmeros impactos ambientais nas áreas dunares que bordeiam o São Francisco em Xique Xique, Barra, Casa Nova e Rodelas, a saber: extração ilegal de areias e de espécies nativas; despejos de resíduos sólidos e efluentes *in natura*; abertura de trilhas sob as dunas e práticas de esportes; turismo insustentável; construções sem licenciamentos sob os campos; retirada da mata ciliar das bordas do rio e dos campos de dunas; agricultura irrigada às margens do rio e contaminação das águas pelo uso de agrotóxicos; prática de pastoreio, caça predatória e queimadas; ocupação irregular em área de APP, entre outros.

Destarte, estes autores reiteram que atualmente, todas as áreas de campos paleodunares que margeiam do rio São Francisco, podem ser considerados ambientes dotados de fortíssima erodibilidade, impactados pelas ações antrópicas incompatíveis, sendo por isso importante ter um plano de conservação para as paleodunas, visto que, como tem origem em épocas passadas, jamais poderão ser reconstituídos com a mesma intensidade no presente (PACHECO et al., 2020).

Por último, o trabalho 20 evidencia que nas áreas paleodunares do rio São Francisco, os impactos observados e analisados indicam que os campos apresentam três níveis de estabilidade (estáveis, *intergrade*

e instável) embasado na ótica de Tricart (1977). Nas áreas estáveis, existem, segundo os autores, densa cobertura vegetal; nas áreas tidas como *intergrades* se observa uma fase de transição entre estabilidade e instabilidade; e nas áreas instáveis, se apresenta os estágios de degradação, sem cobertura vegetal consistente e vulnerável a impactos antrópicos (ARAÚJO et al., 2020). Para cada ambiente caracterizado, foi elaborado um plano estratégico de convivência a sustentabilidade tida como uma proposta para a conservação, que será descrita no item 4.3.

Achados Sobre Propostas de Conservação para estas Áreas

Em relação a existência de propostas de conservação nos trabalhos analisados, pode ser afirmar que foram poucos que sinalizam tal preocupação ou que apontem sugestões ou propostas de intervenção nestas áreas com vistas a reduzir os impactos existentes. O trabalho 9, revela que apesar da beleza natural, a interdependência de vários ecossistemas é de relevante importância ambiental, em face de sua elevada produtividade biológica e excepcional valor das características de climas pretéritos. Destacam também que é primordial que a população residente nas áreas paleodunares do rio São Francisco e em seus arredores sejam sensibilizadas sobre a importância da conservação destes ambientes e, isso requer um gerenciamento que leve em consideração os múltiplos componentes das feições arenosas, além das técnicas de recuperação de áreas degradadas (PACHECO; TORRES; SANTOS, 2016).

O trabalho 11 salienta que os campos paleodunares que margeiam o rio São Francisco, são considerados relevantes ecossistemas por abrigarem uma diversidade biológica ímpar, composta por uma flora rica em espécies e uma fauna constituída por insetos, répteis, anfíbios, pequenos mamíferos e por algumas espécies de aves que utilizam as dunas para construir seus ninhos. Devido à sua importância alguns campos de paleodunas são constituídas como APAs, logo, devem ser protegidas por lei, o que obriga ao órgão gestor a adotar planos de uso e ocupação dos solos e de manejo e conservação ambiental. Contudo, outros não pertencem a nenhuma APA, e alguns campos sequer foram catalogados (PACHECO; OLIVEIRA, 2016).

As autoras acrescentam ainda que dentre os vários fatores condicionantes à formação de ambientes e paleoambientes dunares destacam-se elementos contribuintes do processo de vulnerabilidade dunar que se associam tanto a fatores de caráter antrópico quanto aos relacionados com a dinâmica dos elementos costeiros atuantes no local. Afirmam ainda que, em se tratando dessa dinâmica é válido enfatizar a presença da vegetação e seu estado de danificação, a presença ou ausência de areias eólicas e/ou fluviais na composição dunar, a velocidade e direção dos ventos influenciando processos de acreção e erosão dunar, a variação sazonal das chuvas, além de derivações antropogênicas com o avanço de práticas agrícolas, trânsito de veículos, edificações sobre a linha de costa fluvial e na zona de acumulação de areais, dentre outros (PACHECO; OLIVEIRA, 2016).

No estudo 04, os autores abordam que não há qualquer dúvida que o adensamento da ocupação humana local exacerbaria os processos geológicos em campos de paleodunas, e por esta razão a indispensabilidade de elaboração de medidas de conservação para a área (BARRETO et al., 2002).

No tocante ao estudo 05 Ab'Saber (2006, p. 304) afirma que o campo de dunas de Xique Xique constitui “a maior massa de areias existentes em qualquer parte do território brasileiro. Trata-se de um ambiente dotado de fortíssima erodibilidade, quando impactados pela erosividade de ações antrópicas incompatíveis”. Ele alerta para a necessidade constituir essa área numa área de preservação permanente, entretanto, ele adverte da relevância de se ter um conjunto de “propostas para compensar os pobres roceiros das vazantes, assim como os pastores de bodes que estão iniciando uma nova atividade de consequências gravíssimas para a derruição das dunas” (p. 304), visando conservar a existência desse cenário fisiográfico e ecológico tão vulnerável e valoroso.

Já no trabalho 18, os autores discorrem sobre a relevância dos instrumentos de gestão ambiental disponíveis para áreas protegidas, onde observam a necessidade de traçar um plano de manejo para estas, visando a organização territorial e gerenciamento do uso e ocupação dos solos. Dentre estes instrumentos, tem-se o Plano de Manejo, indispensável para a conservação desses ambientes. Neste sentido, Pacheco et al., (2020) propõe (no estudo 18), um Plano de Conservação Paleodunar (PCP), também denominado de Plano de Conservação Ambiental (PCA) em outros estudos de Pacheco, no qual indica mecanismos de prevenção, controle e conservação dos ambientes naturais. Estes autores categorizaram a área de acordo com a teoria de Tricart (1977), em estável, intergrade e instável, e para cada área categorizada apresentaram um plano de conservação.

Na proposta do PCA para áreas paleodunares do rio São Francisco de Pacheco et al., (2020), que pode ser encontrado no estudo 9 e 20, os autores dividiram em três microplanos, sendo: 1. O Plano de Manejo e Conservação Ambiental (PMCA) com vistas a ser aplicado nas áreas que ainda se apresentam como estáveis, com vegetação sobre as dunas fixando-as e evitando degradação. 2. O Plano de Controle Ambiental (PCA), para as áreas que já se encontram em processo de degradação (intergrades), visando manter o controle e a contenção dos desgastes nas áreas que se encontram em transição. 3. O Plano de Revitalização e Conservação Ambiental (PRCA) aponta estratégias de revitalização e reflorestamento (com vegetação nativa do ecossistema) das áreas tidas como fortemente instáveis (ARAÚJO et al., 2020).

Nesta lógica, apresenta-se a seguir a tabela 1 sintetizando os achados com vistas às respostas que se buscou para as questões norteadoras.

Tabela 1. Respostas as QNs a partir da Revisão Sistemática de Literatura

QN1 - ESTUDOS 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 15 e 17 (Origem)	QN2 - ESTUDOS 4, 5, 9, 19, 10, 12, 13, 14,16, 18, 19 e 20 (Impactos)	QN3 - ESTUDOS 4, 5, 9, 11 e 18 e 20 (Planos de Conservação)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ As paleodunas são berço de sítios arqueológicos (Etechevarne, 1992); ✓ O Rio São Francisco e seus afluentes, que foram os fornecedores dos areais; as areias foram retrabalhadas pelo vento, gerando depósitos eólicos (Barreto, 1993; 1996); ✓ Um <i>erg</i> de um paleodeserto intemontano regional; originou em fases semiáridas do Pleistoceno Superior (nível geral dos mares era muito baixo) (Ab'Saber, 2006); ✓ Originaram as interferências das condições paleoambientais; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suscetibilidade à erosão dos sedimentos; ocupação humana da área conduz à desfiguração geomorfológica das dunas (Barreto et al., 2002); ✓ Derruição das dunas parte norte; trilhas anastomosadas de trânsito de bodes; derruição da periferia extrema do campo de dunas no piemonte oriental Serra do Estreito; areias expostas na beirada das dunas; ampliação da devastação em nas vazantes por atividades agrárias (Ab'Saber, 2006) ✓ Extração ilegal de areias e de espécies nativas; despejos de resíduos sólidos e 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Adensamento da ocupação humana exacerba os processos geológicos; indispensável medidas de conservação (Barreto et al., 2002); ✓ Necessidade de constituir uma área de preservação permanente; indispensável se ter um conjunto de propostas para compensar os moradores locais (Ab'Saber, 2006); ✓ Os campos de paleodunas são constituídas como APAs, e devem ser protegidas por lei; o órgão gestor deve adotar planos de uso e ocupação dos solos e de manejo e conservação ambiental (Pacheco;

<p>expressam registros de mudanças climáticas intensas; ocorrências de grande aridez e intensificação dos ventos (Ferreira; Correa; Barreto, 2003);</p> <p>✓ Os campos representam um sítio muito importante como testemunho de evoluções geológicas e geomorfológicas locais; oriundas das alternâncias paleoclimáticas do Nordeste brasileiro durante o Quaternário (Pacheco, 2014);</p> <p>✓ Sedimentação oriunda da influência de um episódio glacial (Kuchenbecker, et al., 2016);</p> <p>✓ Trabalho flúvio-eólico com clima mais árido e regime e direção do rio São Francisco diferentes do estágio atual (Pacheco; Torres; Santos, 2016);</p> <p>✓ Períodos mais secos em momentos de oscilações climáticas quaternárias (Cabral et al., 2016);</p> <p>✓ Aluviões quaternários depositados pelo rio São Francisco (Rangel et al., 2019).</p>	<p>efluentes in natura; abertura de trilhas sob as dunas e práticas de esportes; turismo insustentável; construções sem licenciamentos sob as dunas; retirada da mata ciliar das bordas do rio e dos campos de dunas; agricultura irrigada às margens do rio e contaminação das águas; ocupação irregular em área de APP, entre outros (Pacheco; Oliveira 2016; 2017); Pacheco (2020); Pacheco et al., (2018; 2020); Pacheco; Torres; Santos (2016).</p> <p>✓ Ocupação humana; agronegócio; turismo insustentável e urbanização (Cabral et al., 2016);</p> <p>✓ Impactos múltiplos que necessitam de modelos biogeográficos e paleoclimáticos para análise (Silva, 2017);</p> <p>✓ A análise da área a partir da ótica <i>tricaritana</i> demonstra meios com elevada instabilidade por conta de práticas antropogênicas (Araújo et al., 2020).</p>	<p>Oliveira, 2016);</p> <p>✓ Proposta de plano de conservação os autores dividiram e três, sendo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O Plano de Manejo e Conservação Ambiental (PMCA); 2. O Plano de Controle Ambiental (PCA), para as áreas que já se encontram em processo de degradação (intergrades); 3. O Plano de Revitalização e Conservação Ambiental (PRCA). Pacheco et al., (2020); Araújo et al., (2020).
--	---	--

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Desse modo, nesta revisão, buscou-se responder as questões norteadoras elencadas a partir do objetivo delineado e metodologia escolhida. Neste sentido, a QN1, que indagava acerca do que os estudos apontam sobre a origem das dunas fósseis das áreas em estudo, foi respondida a partir dos estudos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 15 e 17 de autoria dos seguintes estudiosos: Etechevarne (1992); Barreto (1993; 1996) Ab'Saber (2006); Ferreira, Correa e Barreto (2003); Pacheco (2014); Kuchenbecker et al., (2016); Pacheco, Torres e Santos (2016); Cabral et al., (2016); Lyra (2017); Rangel et al., (2019).

No que tange à QN2 que almejava saber qual o estado atual das feições arenosas no que tange as ações antropogênicas, foi respondida por meio dos estudos 4, 5, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 19 e 20 de autoria de: Barreto et al., (2002); Ab'Saber (2006); Pacheco e Oliveira (2016; 2017); Pacheco (2020); Pacheco et al., (2018; 2020); Pacheco, Torres e Santos (2016); Cabral et al., (2016); Silva (2017); Araújo et al., (2020).

E por último a QN3, onde se buscava saber se existe algum plano de mitigação dos impactos socioambientais ou propostas de conservação para estas áreas, foi respondida pelos estudos 4, 5, 9, 11, 18 e 20 a partir dos autores: Barreto et al., (2002); Ab'Saber (2006); Pacheco, Torres e Santos (2016); Pacheco e Oliveira (2016); Pacheco et al., (2020); Araújo et al., (2020).

Conclusão

A revisão sistemática de literatura oportunizou compreender sobre a origem e evolução das feições arenosas do rio São Francisco, bem como, os principais impactos existentes nessas

áreas e suas condições atuais, considerando seu processo de vulnerabilidade natural e fragilidade ambiental.

Em vista disso, os achados da pesquisa indicam que sua origem está ligada ao rio São Francisco, que em outro momento da história natural, e em condições diferentes da atual, elaborou tais feições arenosas, sendo auxiliado pelo trabalho do vento no processo de transporte e modelamento dos campos paleodunares. Desse modo, os estudos apontaram também que o rio São Francisco precisou de no mínimo, 100.000 mil anos para executar o depósito de sedimentos arenosos, tendo em vista o volume dos campos na atualidade.

Ademais, também foram apontados nos estudos a fragilidade desses ambientes e a quantidade e impactos naturais e antrópicos a que estão vulneráveis, considerando que o processo de povoamento das áreas contribui bastante para aumentar os processos de degradação desses ambientes.

Considerando a relevância desses ambientes não apenas como fonte de pesquisa em diversas áreas, mas também como potencial turístico local, é imprescindível se ter um plano de manejo e conservação para estas áreas. Nesse sentido, os estudos também apontaram essa necessidade, já existindo propostas de conservação para estas e outras áreas paleodunares que bordeiam o rio São Francisco.

Sendo assim, o presente estudo não tem aqui a pretensão de esgotar o debate da temática, muito menos delinear qualquer proposta, tendo em vista a metodologia adotada. Contudo, abre um leque para pesquisas e apontamentos futuros com vistas a aprofundar estudos no sentido de desvendar mais detalhes sobre a origem, evolução, estado atual e propostas de conservação para as áreas paleodunares do rio São Francisco.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. O paleodeserto de Xique-Xique. *Estudos Avançados*. vol.20 no.56. São Paulo Jan./Abr. 2006. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142006000100020. Acesso em: 1º, maio, 2021.

ARAÚJO, I.P.R; SANTOS, R.P.; PACHECO, C.S.G.R.; MOREIRA; M.B. Environmental Conservation Proposal (PCA) for the Casa Nova/BA paleodunar complex: a study with fishermen and riverine people from the São Francisco River. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*. Vol-7, Issue-2, February 2020. Disponível em: <https://ijaers.com/detail/environmental-conservation-proposal-pca-for-the-casa-nova-ba-paleodunar-complex-a-study-with-fishermen-and-riverine-people-from-the-s-o-francisco-river/>. Acesso em: 02 maio, 2021.

BAHIA. **Decreto Estadual nº 9.957 de 30 de março de 2006.** Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/09/DECRETO-N%C2%BA-9.957-DE-30-DE-MAR%C3%87O-DE-2006-Lago-de-Sobradinho.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

BAHIA. **Decreto Estadual nº 6.547 de 18 de julho de 1997.** Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-dunas-e-veredas-do-baixo-medio-sao-francisco/>. Acesso em 14 de maio de 2021.

BARRETO, A. M. F. 1993. Estudo morfológico e sedimentológico da porção norte do mar de areia fóssil do médio Rio São Francisco, Bahia. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. **Dissertação de Mestrado**, 98p. https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-15072015-160307/publico/Barreto_Mestrado.pdf. Acesso em: 1º, maio, 2021.

BARRETO, A. M. F. 1996. Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixadas do médio Rio São Francisco, Bahia. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. **Tese de Doutorado**, 174 p. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-24092015-160224/publico/Barreto_Doutorado.pdf. Acesso em: 1º, maio, 2021.

BARRETO, A.M.F.; SUGUIO, K.; DE OLIVEIRA, P.E.; TATUMI, S.H. 2002. Campo de Dunas Inativas do Médio Rio São Francisco, BA - Marcante registro de ambiente desértico do Quaternário brasileiro. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (Edits.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. v. 01: 223-231. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio056/sitio056.htm>. Acesso em: 1º, maio, 2021.

CABRAL, C. J. Caracterização paleoclimática e paleoambiental no campo de dunas de Petrolina em Pernambuco: um subsídio para reconstituição do submédio São Francisco. **Dissertação de Mestrado**. Recife: PE, 2014, 152. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10996>. Acesso em: 12 jul. 2021.

CABRAL, C. J.; SANTOS, L. S.; SANTOS, L. D. J.; SILVA, O. G.; CORRÊA, A. C. B. Classificação Ecodinâmica no campo de dunas de Petrolina – PE. **REGNE**, Vol. 2, Nº 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10644>. Acesso em: 12 jul. 2021.

ETCHEVARNE, C.A.. Sítios dunares do sub-médio São Francisco, Bahia, Brasil. *Journal de la Société des Américanistes*. 78(1):57-71, 1992. Disponível em: https://www.persee.fr/docAsPDF/jas_0037-9174_1992_num_78_1_1411.pdf. Acesso em: 08, jul. 2021.

FERREIRA, B.; CORREA, A. C. B.; BARRETO, A. M. F. Depósitos Eólicos Inativos do Sub-Médio São Francisco, evidências de atividade eólica durante o Pleistoceno, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Soc. & Nat.*, Uberlândia, 25 (2): 363-378, mai/ago/2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/KKcqvN4f9jQgGXj39mv8X4y/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 jun., 2021.

GALVÃO, M.C.B.; RICARTE, I.L.M. Revisão Sistemática da Literatura: conceituação, produção e publicação. *LOGEION: Filosofia da Informação*. Rio de Janeiro, v. 6 n. 1, p.57-73, set.2019/fev. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: SERGRAF/IBGE, vol. 2, 1977.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTE, A.C.; RIBEIRO, M. R.; MONTENEGRO, J. O.; BURGOS. Levantamento Exploratório- Reconhecimento de solos da margem esquerda do

Rio São Francisco, Estado da Bahia. **Boletim Técnico EMBRAPA**, nº 38, 1976, 404p.

Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/335789?mode=full>. Acesso em: 10 jul., 2021.

KUCHENBECKER, M.; BABINSKI, M.; PEDROSA-SOARES A.C.; LOPES-SILVA, L., PIMENTA, F.. Chemostratigraphy of the lower Bambuí Group, southwestern São Francisco Craton, Brazil: insights on Gondwana paleoenvironments. **Brazilian Journal of Geology**, 46(Suppl 1): 145-162, June 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bjgeo/a/9Cn6rpfD6bxtpLZmnMfynCG/?lang=en>. Acesso em: 14 jul., 2021.

LIMA, J.M.; PINHEIRO, P.S.; LIMA, I.M.; SOUZA, D.T.M.; COSTA, D.P. Análise preliminar das relações pedo-geomorfológicas do município de Rodelas-BA. **Revista GeoNorte**, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.22-26, 2014. Disponível em:

<https://periodicos.ufam.edu.br>. Acesso em: 14 jul., 2021.

LYRA, L. H. de B.. Dinâmica geomorfológica das ilhas do Massangano e Rodeadouro no alto submédio São Francisco. **Tese de Doutorado**. São Cristóvão/SE, 2017.

MELO, R. B. et al. **Análise da produção e da exportação de manga no pólo Petrolina/PE-Juazeiro/BA**. Disponível em:

https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/4434/1/arquivo6057_1.pdf. Acesso em: 15. abr. 2021.

NIMER, E. Clima. In: Geografia do Brasil – **Região Nordeste**. Vol. 2. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989, 421 p.

PACHECO, C. S. G. R. Ecodinâmica da Paisagem Paleodunar do Médio Rio São Francisco/BA: em defesa das fronteiras agredidas. **Dissertação de Mestrado**. Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP). Recife/PE, 2014, 153p.

PACHECO, C.S.G.R; OLIVEIRA, N.M.G.A. As vulnerabilidades do geossistema paleodunar do médio Rio São Francisco (BA): uma proposta de conservação. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 2, p. 45-60, 2016a. DOI: <http://doi.org.10.6008/SPC2179-6858..2016.002.0004>. Disponível em:

<https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/SPC2179-6858.2016.002..0004>. Acesso em: 20 abr. 2021.

PACHECO, C.S.G.R; OLIVEIRA, N.M.G.A. Caracterização histórico-ambiental da APA dunas e veredas do baixo-médio São Francisco (BA). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 2, p. 29-44, 2016b. DOI: <http://doi.org/10..6008/SPC2079-6858.2016.002..0003>. Disponível em:

<https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/SPC2179-6858..2016.002.0003.729>. Acesso em 1º maio 2021.

PACHECO, C. S. G. R.; OLIVEIRA, N. M. G. A. Ecodinâmica da Paisagem Paleodunar do Médio Rio São Francisco/BA. Campinas/SP: Novas Edições Acadêmicas, 2017.

PACHECO, C.S.G.R. Feições Arenosas da Bahia. In: SUERTEGARAY, D.M.A.; SILVA, I.A.S. (Orgs.). **Brasil: feições arenosas**. Porto Alegre/RS: Compasso Lugar-Cultura, 2020.

PACHECO, C.S.G.R. **Paleoecossistemas no curso do rio São Francisco/BA e a ecodinâmica das paisagens**. Curitiba/PR. Editora CRV, 2020. DOI:

10.24824/978854443919.7. Disponível em:

<https://www.editoracrv.com.br/produtos/detalhes/34490-paleoecossistemas-no-curso-do-rio-sao-francisco-ba-e-a-ecodinamica-das-paisagens-br2-edicao>. Acesso em: 02 maio 2021.

PACHECO, C. S. G. R.; MOREIRA; M. B.; ARAÚJO, J. F.; ARAÚJO, I. P. R.; SANTOS, R. P.; COSTA, I. M. G. S.. Geosistêmica Paleodunar No Curso Do Rio São Francisco.

Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science. Vol. 9, N° 2, p. 226-49, 2020. Disponível em:

<http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/3471>. Acesso em: 1º, maio, 2021.

PACHECO, C.S.G.R.; SANTOS, R.P.; COSTA, I.M.G.S.; SILVA, K. J. S.; La degradación ambiental en paleoambientes de Brasil: análisis ecodinámico de la Ecorregión Dunas de São Francisco. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. N°. 20 (2018): Julio-Diciembre.

Disponível em: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/1306>. Acesso em: 1º, maio, 2021.

PACHECO, C.S.G.R.; TORRES, I.L.; SANTOS, R.P. Gestão e conservação de paisagens protegidas no brasil: análise de campos dunares no curso do rio São Francisco. In: SEABRA, G. (Org.). **Terra - paisagens, solos, biodiversidade e os desafios para um bom viver**. Ituiutaba: Barlavento, 2016. 1568p.

PRODANOV, C. C., & FREITAS. E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RANGEL, A.; DOMINGUEZ, J.M.L.; CUNHA, P.P.; GOMES, A.. Desacoplamento entre os setores Alto-Médio e Baixo do rio São Francisco (Brasil) e as implicações dos controles climáticos, tectônicos e eustáticos para a sedimentação fluvial e deltaica. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, Vol. XI, 2019, 103-106. Disponível em:

<https://docplayer.com.br/203527521-Publicacoes-da-associacao-portuguesa-de-geomorfologos-vol-xi-2019.html>. Acesso em: 14 jun. 2021.

SCHOBENHAUS, C. F.; ALMEIDA CAMPOS, D.; DERZE, G. R.; ASMUS, N. E.

Geologia do Brasil. Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1: 2.500.000. Brasília, MME/DNPM, 1984, 501 p.

SILVA, J.J.S. O paleoambiente na região Nordeste do Brasil: estudo cronológico e bibliográfico dos dados arqueológicos. **TCC de Graduação**. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife/PE, 2017. Disponível em:

https://www.academia.edu/36947808/universidade_federal_de_ pernambuco_centro_de_filo_sofia_e_ci%C3%84ncias_humanas_departamento_de_arqueologia_gradua%C3%87%C3%83o_em_arqueologia_o_paleoambiente_na_regi%C3%83o_nordeste_do_brasil_estudo_cronol%C3%93gico_e_bibliogr%C3%81fico_dos_dados_arqueol%C3%93gicos_recife_2017. Acesso em: 02 jul. 2021.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, 1977.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman. 2010.