

Prospecção de sítios arqueológicos no município de Porto Seguro (BA) através da determinação de fósforo em amostras de solo

Prospecting of archaeological sites in the city of Porto Seguro (BA) through the determination of phosphorus in soil samples

Glêvia Ferraz Bezerra^{*}; Marcus Luciano Souza de Ferreira Bandeira^{**}; Ana Cristina de Sousa^{***};
Leonardo Dias Nascimento^{****}; Allison Gonçalves Silva^{*****};
Michele da Silva Ferreira Bandeira^{*****}

Resumo: A Arqueometria é a área da Arqueologia que utiliza técnicas de outras ciências para sustentar suas hipóteses, dentre elas está a Química, que fornece dados quantitativos na caracterização dos registros materiais. A análise de fosfatos é uma das técnicas empregadas pelos arqueólogos, devido ao seu potencial para informá-los sobre a presença de ocupação humana e oferecer pistas sobre o tipo e a intensidade da atividade em determinado contexto arqueológico. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar a prospecção de sítios arqueológicos do município de Porto Seguro/BA com foco na concentração de fósforo orgânico, inorgânico e total de amostras de solo. Para isso, foi utilizada a espectroscopia de absorção molecular UV-VIS. Durante a pesquisa também foi determinado pH, o teor de matéria orgânica e umidade avaliando-se as características do solo quanto a conservação de artefatos arqueológicos. A concentração de fósforo variou de sítio para sítio, sendo que alguns contextos apresentaram elevadas concentrações (Sambaqui) e outros baixíssimas (Outeiro da Glória). O pH apresentou faixa de variação de 4,87 a 7,94 e os teores de matéria orgânica e umidade foram proporcionais às concentrações de fósforos encontrados nos sítios estudados.

Palavras-chave: Arqueologia. Arqueometria. Sítios arqueológicos. Fósforo.

^{*} Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (campus Porto Seguro). gleviaferraz@hotmail.com

^{**} Possui Mestrado e Doutorado em Química Analítica (UFBA). É Professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFBA, Campus de Porto Seguro, Coordenador do curso de pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência e Tecnologia Ambiental do IFBA, Campus Porto Seguro e docente permanente do mestrado associativo em Ciência e Tecnologia Ambiental. marcusbandeira@ifba.edu.br

^{***} Possui graduação (UNESA) e mestrado (USP) em Arqueologia e doutorado em Ciências Sociais (UFBA). É docente do Instituto Federal da Bahia e pesquisadora do Grupo de Pesquisa Observatório Milton Santos no Extremo Sul da Bahia (ObMS). Atualmente atua como tutora do Programa de Educação Tutorial (PET) com o Grupo PET Licenciaturas no IFBA Campus Porto Seguro. É colaboradora da Universidade Federal da Bahia no Programa de Pesquisas sobre Povos Indígenas do Nordeste Brasileiro (PINEB) e Docente da pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência e Tecnologia Ambiental. anacris@ifba.edu.br

^{****} Graduado em Gestão Ambiental (UNOPAR) e Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (UESC). É Técnico em química do Instituto Federal da Bahia Campus Porto Seguro e Vice-coordenador do pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência e Tecnologia Ambiental. leonardo.dias@ifba.edu.br

^{*****} Licenciado em Química (UESC), possui Mestrado em Regulação da Indústria de Energia (UNIFACS) e doutorado em Química (UFBA). É Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Atualmente faz pesquisas para o monitoramento ambiental de recursos hídricos, através da avaliação de nutrientes inorgânicos e parâmetros de qualidade da água. É Coordenador do programa Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE) do IFBA, Docente do curso de pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência e Tecnologia Ambiental do IFBA, campus Porto Seguro e docente permanente do mestrado associativo em Ciência e Tecnologia Ambiental. allisongoncalves@ifba.edu.br

^{*****} Bacharel em Biologia (FTC e FACIBA), Especialista em Gerenciamento Ambiental (UCSAL). É Docente do Complexo Integrado de Educação de Porto Seguro (CIEPS) e Discente dos cursos *Lato sensu* e *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia Ambiental do IFBA. mitchele_silva@hotmail.com

Abstract: Archeometry is the area of Archeology that uses techniques from other sciences to support its hypotheses, among them is Chemistry, which provides quantitative data in the characterization of material records. The analysis of phosphates is one of the techniques employed by archaeologists because of their potential to inform them of the presence of human occupation and provide clues about the type and intensity of activity in a particular archaeological context. In this sense, the objective of this work is to present the prospection of archaeological sites of the city of Porto Seguro / BA with focus on the concentration of organic, inorganic phosphorus and total soil samples. For this purpose, UV-VIS molecular absorption spectroscopy was used. During the research it was also determined the pH, the content of organic matter and humidity evaluating the soil characteristics as the conservation of archaeological artifacts. The concentration of phosphorus varied from site to site, and some contexts had high concentrations (Sambaqui) and other low levels (Outeiro da Glória). The pH varied from 4.87 to 7.94 and the organic matter and moisture contents were proportional to the concentrations of phosphorus found in the studied sites.

Key-words: Archeology. Archeometry. Archaeological sites, Phosphorus.

1. Introdução

Compreender o passado é conhecer uma parte de nós, pois a partir dele podemos entender os aspectos relacionados à sociedade atual, sejam estes políticos, sociais ou econômicos. Muitas áreas do conhecimento, tais como Arqueologia, Antropologia, Paleontologia, Simbologia e a própria História são responsáveis por desmistificar o passado (ZAHLOUTH, 2012).

A Arqueologia é a ciência responsável pela compreensão do funcionamento e das transformações nas sociedades. Para isso, ela estuda a cultura material deixada por essas culturas, tais como objetos, corpo humano e paisagem. Os locais de estudo dos arqueólogos são os sítios arqueológicos, lugares em que as populações primitivas deixaram sinais de sua passagem (ZAHLOUTH, 2012). Para compreender de maneira eficaz a cultura material encontrada nestes locais, a Arqueologia muitas vezes recorre a outras ciências para afirmar suas hipóteses (NUNES, 2009).

A Archeometria é a área da Arqueologia que utiliza técnicas de outras ciências, como a Geologia, Física, Matemática e Química, a fim de obter delas informações significativas sobre a cultura material presente em sítios arqueológicos. Essas técnicas possibilitam aos arqueólogos compreenderem aspectos relacionados à cultura destes povos, como alimentação e relações humanas (NUNES, 2009).

A utilização de análises químicas na caracterização de registros arqueológicos faz-se necessária, pois elas fornecem dados quantitativos sobre os registros materiais. A partir destas análises é possível descobrir onde e quando determinada sociedade humana viveu (TUDELA, 2013). Os métodos analíticos mais utilizados pelos archeometristas dependem dos objetivos das análises e do tipo de material que será

analisado pelos mesmos. Como técnicas empregadas têm: análises por ativação de nêutrons instrumental (INAA); fluorescência de raios-X; espectrometria de plasma indutivamente acoplado; difração de raios-X; datação por termoluminescência; radiocarbônicas e prospecção (PARNELL, 2001) bem como microscopia eletrônica de varredura com espectroscopia por dispersão de energia de raios-X - MEV/EDS (DEL LAMA, 2007)

Uma das análises químicas muito utilizadas na prospecção arqueológica é a de fosfatos, pois ela permite ao pesquisador localizar possíveis lugares onde os humanos assentaram suas sociedades. O fósforo é um dos elementos químicos mais fáceis de analisar, pois ele possui grande resistência através do tempo e elevada fixação no solo, o que permite delimitar as zonas habitadas (LAGE, 2006). Através deste método os arqueólogos conseguiram determinar vestígios arqueológicos não visíveis na superfície e assim executar uma análise mais precisa sobre determinado sítio arqueológico (PARNELL, 2001).

No município de Porto Seguro/Ba há uma série de sítios arqueológicos relacionados às ocupações pré-coloniais e coloniais, o que atesta a presença de grupos humanos na região muito antes da chegada dos europeus. A singularidade de ser um marco da chegada oficial dos europeus ao continente fez com que, nas últimas duas décadas, pesquisas arqueológicas fossem mais intensamente realizadas no que passou a ser denominada Costa do Descobrimento. Entretanto, não constam registros sobre a realização da prospecção arqueológica destes sítios que tenham utilizado análises químicas de fósforo para corroborar, ou não, a ocupação humana. Por este motivo, a pesquisa aqui apresentada visa promover a interdisciplinaridade entre as ciências Arqueologia e Química, partindo-se do princípio de que análises químicas do solo representam uma relevante contribuição para a caracterização dessa ocupação, vindo a se integrar a outras fontes do registro arqueológico, em especial a presença de vestígios materiais.

Com este intuito, a pesquisa foi idealizada e executada no sentido de se fazer uma aproximação inicial entre estas duas áreas científicas, ampliando para a comunidade acadêmica da Licenciatura em Química do IFBA Campus Porto Seguro a possibilidade de uma prática científica integrada aos contextos de ocupação humana desvendados pela Arqueologia para a região. Cientes das limitações inerentes a uma nova área de pesquisa, à limitação de informações procedentes dos registros arqueológicos e, principalmente, ao fato das atividades propostas não ocorrerem em

concomitância com as intervenções arqueológicas, assumiu-se o desafio de dar início às reflexões e práticas científicas relacionadas a esta temática, até mesmo como forma de preparar-nos para possíveis ações integradas futuras.

Assim, a pesquisa contempla a coleta de amostras de solo para análise de fósforo de áreas que foram identificadas como sítios arqueológicos, registrados no Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), que foram comparadas com outras obtidas em locais para os quais não há informação comprovada de ocupação humana sistemática. Embora saibamos que a presença ou ausência humana em no espaço não seja fácil de ser determinada, daí a importância da pesquisa arqueológica, consideramos a coleta em uma área com possibilidades de ser estéril em termos de assentamento humano, uma área de declive acentuado, como um artifício que favoreça uma comparação inicial com as amostras coletadas em sítios efetivamente registrados como arqueológicos. Espera-se, com isso, obter mais parâmetros de comparação para as análises a serem realizadas e testar a eficácia da prospecção e pesquisa, contribuindo para que a utilização de prospecções com análises químicas de fósforo possam vir a ser recorrentes nas pesquisas arqueológicas futuras na região, otimizando o tempo gasto nas escavações, contribuindo para a melhor caracterização dos sítios e favorecendo o diálogo interdisciplinar na construção de interpretações sobre o nosso passado.

2. Museus e arquitetura: construindo emoções

As áreas selecionadas para a pesquisa foram sítios do município de Porto Seguro/BA (Figura 1) registrados pelo IPHAN. Além deles, o IFBA campus Porto Seguro foi selecionado para intervenção, uma vez que existem relatos de vestígios arqueológicos indígenas terem sido encontrados em suas imediações quando da implantação de um loteamento anos atrás. Assim, os resultados obtidos nos sítios puderam ser comparados com os encontrados nele, com o intuito de identificar se o Instituto foi um possível local onde ocorreu intensa ocupação humana remota.

2.1 - Sambaquis

Registros sobre sambaquis no Extremo Sul da Bahia, particularmente nos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália, foram ampliados a partir do projeto de mapeamento arqueológico realizado pelo Museu da Arqueologia e Etnologia da

Universidade Federal da Bahia (MAE/UFBA), realizado entre 1997 e 2000. Através deste projeto, em 1998, foram identificados dois sambaquis na margem direita do curso final do rio Buranhém, dentro da Terra Indígena (TI) Pataxó de Aldeia Velha



Figura 1 - Localização geográfica dos sítios estudados.
Fonte: <<http://www.bahia-turismo.com/porto-seguro/mapa.htm>>

Os sambaquis são assentados sobre terraços marinhos holocênicos, próximos à base do tabuleiro terciário da Formação Barreiras e cercados por manguezais, brejos e restingas (DeBLASIS, 2007) - caracterizam-se por montes com alturas que podem atingir três metros, apresentando bases com dimensões de até 100m. Tais sítios encontram-se bastante deteriorados, em virtude da ação antrópica que, durante décadas, os utilizou como fonte carbonato de cálcio para a construção civil local, o que é atestado por depoimento de moradores e registros documentais e arquitetônicos.

Embora não existam datações para os referidos contextos arqueológicos da TI Aldeia Velha, é possível estimar, pela posição dos terraços marinhos holocêntricos com cotas altimétricas um pouco abaixo da atingida pelo último máximo transgressivo por volta de 5.100 BP, que são posteriores a este período (TOFANI, 2008).

2.2 - Cidade histórica

Construída na parte alta de Porto Seguro, a cidade histórica é considerada um dos primeiros núcleos habitacionais do Brasil. É constituída por um belíssimo conjunto arquitetônico formado pelo: o Marco de Posse (1503 ou 1526); a Igreja de Nossa Senhora da Pena (1535); a Igreja de Nossa Senhora da Misericórdia construída em 1526 e reconstruída em 1535; a Igreja de São Benedito (1549 ou 1551); ruínas do colégio dos Jesuítas e a Casa de Câmara e Cadeia (1756), onde funciona o Museu da Cidade. A Cidade Histórica apesar de ser fisicamente isolada do restante do município possui grande importância na atividade turística da cidade, considerando que este sítio histórico é um dos principais locais de visitação (MURICY, 2001).

2.3 - Ruínas da Igreja do Outeiro da Glória

As ruínas pertencem à suposta primeira igreja do Brasil, que foi construída em 1503 por alguns frades franciscanos que vieram na expedição de Gonçalo Coelho com intuito de catequizar os índios da região, sendo que durante sua construção os frades contaram com a mão de obra dos povos Tupinikín. Segundo Tofani (2008), a igreja de São Francisco foi erguida originalmente como uma simples estrutura de madeira coberta de palmas ou piaçavas e estaria destinada a participar dos mitos de origem relacionados à colonização portuguesa do Brasil e a se constituir em um intrigante elemento da história de Porto Seguro.

2.4 - Instituto Federal da Bahia - Campus Porto Seguro

O IFBA Campus Porto Seguro surgiu com a federalização da Escola Brasil Profissional, constituída pela Portaria Nº 1.981 do MEC de 18/12/2006. O Instituto era um Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET), somente em 2008 o IFBA iniciou suas atividades acadêmicas oferecendo os Cursos Técnicos em Alimentos e em Informática nas modalidades de Ensino Médio Integrado e Subsequente ao Ensino Médio (BRASIL, 2014).

3. Determinação das concentrações de fósforo orgânico e inorgânico do solo a partir de espectroscopia de absorção molecular uv-vis (ultravioleta-visível)

De acordo com Macarini (2006), o solo é uma mistura de compostos minerais e orgânicos, formado pela ação de agentes biológicos e físicos inicialmente sobre a

rocha primária. Possui grande importância para as plantas, pois além do meio de fixação é a fonte de nutrientes necessários ao seu desenvolvimento. O solo é formado por camadas, denominadas horizontes, que se diferenciam de acordo com a textura, cor, consistência, porosidade, pH, teor de nutrientes e matéria orgânica.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2006) os solos mais comuns no Brasil e na Amazônia são os Latossolos e Argissolos, que constituem aproximadamente 60% das terras brasileiras. Os latossolos possuem textura variável, geralmente são profundos, porosos, macios e permeáveis apresentando pequena diferença no teor de argila entre os horizontes. Já os argissolos são bastante heterogêneos, e em geral tem em comum o aumento do teor de argila em profundidade.

O teor de fósforo presente nos solos está estritamente relacionado com as variáveis presentes nos solos. Em relação ao pH, o fósforo pode ocorrer em uma larga faixa, uma vez que sob condições ácidas, pode combinar com ferro e alumínio, enquanto que sob condições básicas, pode combinar com o cálcio. No que tange a matéria orgânica, solos que apresentam um teor elevado possuirá conseqüentemente uma maior concentração de fósforo orgânico, uma vez que o mesmo é proveniente dela (HOLLIDAY; GARTNER, 2007). A umidade também é uma importante variável no estudo da concentração de fósforo no solo, pois está estritamente relacionada com a solubilidade. Sendo que solos mais drenados possuirão teor mais elevado de fósforo inorgânico quando comparados com os não drenados. Além disso, o tamanho da partícula também interferirá na capacidade do solo de acumular o fósforo. Sendo que solos argilosos, por possuírem maior área superficial por unidade de massa, adsorverão mais fósforo (HOLLIDAY; GARTNER, 2007).

3.1 - Determinação do teor de fósforo

Todas as vidrarias utilizadas durante a pesquisa foram descontaminadas em ácido nítrico 10%, por no mínimo 24h. Em seguida, os materiais foram enxaguados com água destilada e secos ao ar ou em estufa, dependendo do tipo de vidraria (CALVACANTE; LAGE, 2010).

As amostras de solo foram coletadas, etiquetadas e armazenadas em sacos plásticos adequados. Para que não houvesse danos aos sítios arqueológicos foi retirada apenas uma pequena amostra de solo, sendo 10cm de profundidade, 5cm de

largura e 5 cm comprimento. Posterior à coleta, as amostras foram peneiradas e colocadas em dessecador para que não houvesse absorção de umidade. A quantidade de amostras variou de acordo com o tamanho do sítio estudado (Tabela 1). A distância entre cada amostra foi de 1,5m (em zig-zag).

Tabela 1 - Quantidade e locais de coleta das amostras

Pontos de coleta	Números de amostras
IFBA	8
Cidade Histórica	10
Outeiro da Glória	9
Sambaqui	8
Aldeia Velha	5
Local s/ ação antrópica	3

O teor de fósforo presente nas amostras de solo foi determinado a partir do método proposto por Cavalcante e Lage (2010), o qual consiste na extração do fósforo presente no solo com ácido mineral que será misturado a uma solução acidificada contendo molibdato de amônio (MA), ácido ascórbico e tartarato de antimônio e potássio (TAK) que ocasionará a formação e redução do ácido fosfomolibdico (coloração azul), exemplificado na equação 1 abaixo.



- Curva de calibração

Na construção da curva analítica inicialmente foram preparadas as soluções de ácido ascórbico, mix (TAK e MA) e estoque de fósforo, conforme metodologia proposta por Cavalcante e Lage (2010). Em seguida preparou-se 6 padrões de fósforo. Posteriormente, pipetou-se 10mL de cada padrão, aos quais foram adicionados 0,2mL de solução de ácido ascórbico e 0,2mL de solução mix, homogeneizou-se e após 30min, as absorvâncias foram medidas por espectrofotometria de absorção molecular UV-Vis em 880nm. Além disso também foi preparado o branco no qual foi adicionado todos os reagentes com exceção da solução estoque de fósforo.

- Extração do fósforo das amostras

Na extração das amostras foi pesado 0,25g de sedimento no qual foi adicionado 25mL de HCl 1,00mol.L⁻¹ e, em seguida, foi submetido a 16h de agitação a 170rpm (Agitador Orbital NOVA ÉTICA, modelo:109-2). O extrato obtido, contendo fósforo inorgânico total, após filtração em papel de filtro quantitativo, foi encaminhado para a análise espectrofotométrica.

O resíduo que ficou retido no papel de filtro foi calcinado a 550°C durante 1h, após resfriamento foi submetido ao mesmo processo experimental de extração descrito acima, sendo que o fósforo quantificado neste extrato representa a fração do fósforo orgânico. O fósforo total foi determinado a partir da soma das frações do fósforo orgânico e inorgânico.

Para a análise espectrofotométrica, uma alíquota de cada extrato foi transferida para um balão volumétrico e em seguida acrescentou-se 1mL de ácido ascórbico e 1mL de solução mix e completou-se o volume com água destilada. Todo o procedimento foi realizado em duplicata.

3.2 - Determinação da matéria orgânica (MO) e da umidade

Após ser peneiradas e colocadas em dessecador foi retirada uma parte dessas amostras para que fossem realizadas as determinações de umidade e matéria orgânica. O método utilizado foi o desenvolvido pela *American Society for Testing and Materials* (ASTM, 1987).

Na determinação da umidade foi pesado 50g (Balança analítica MARTE, modelo AY220) de cada amostra que foi armazenada em uma estufa durante 16h para que fosse calculado o percentual de umidade através de técnicas gravimétrica. Após este período as amostras foram novamente armazenadas em dessecador para posterior pesagem.

Em seguida foram alíquotas em triplicatas de 10g de cada amostra e levadas a estufa a 440°C durante 3h e 20min para que toda a matéria orgânica fosse calcinada e restasse apenas a areia.

3.4 - Determinação do pH

O pH foi determinado a partir da utilização do método original para a relação solo:solução 1:2,5 adotado em 1930 pela Comissão de Reação do Solo da Sociedade Internacional de Ciência do Solo (CAMARGO *et al.*, 2009).

Inicialmente foi realizada a calibração do pHmetro com as soluções-tampão para pH 4,0 e 7,0. Em seguida transferiu-se 10cm³ de amostra para um erlenmeyer e adicionou-se 25mL de água destilada. Agitou-se a solução mecanicamente durante quinze minutos, e após trinta minutos realizou-se as leituras de pH. O eletrodo de vidro, ou a parte a ele correspondente num eletrodo combinado, tocou o sedimento, enquanto o de referência, ou sua parte no combinado, ficou no líquido sobrenadante. A cada vinte leituras, o pHmetro foi calibrado novamente com uma das soluções-tampão.

4. Utilização da técnica de prospecção química em amostras de solo, como ferramenta para identificação e/ou confirmação de ocupação humana em sítios arqueológicos do município de Porto seguro (BA)

Neste tópico serão apresentados os resultados da pesquisa, através da análise dos dados obtidos a partir das amostras de solos coletadas. Foram determinadas o teor de fósforo, matéria orgânica, umidade e do pH. Será apresentada uma análise por segmento, seguida de uma análise geral sobre a utilização da técnica de prospecção química em amostras de solo, como ferramenta para identificação e/ou confirmação de ocupação humana em sítios arqueológicos do município de Porto Seguro.

4.1 - Curva de calibração

A relação entre a concentração dos padrões e a absorvância estão apresentadas na Figura 2.

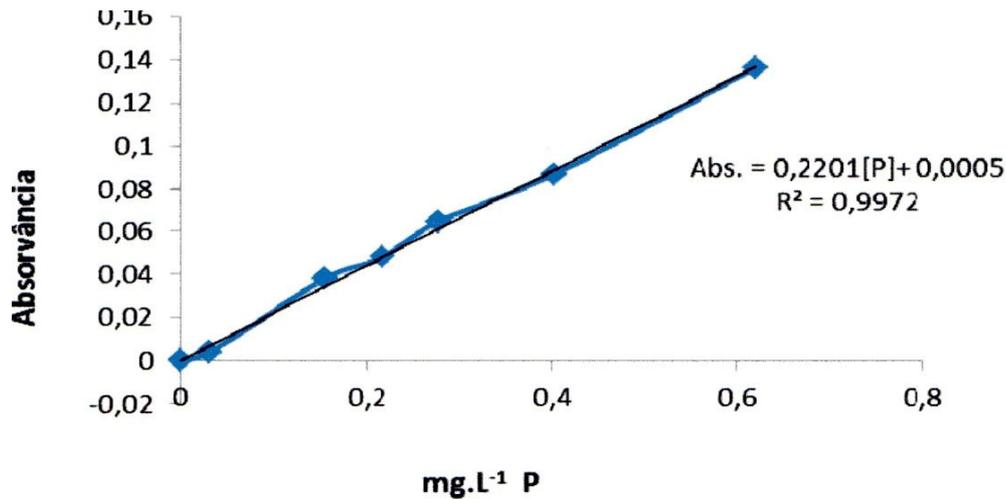


Figura 2 - Curva analítica para P, construída a 880nm

As leituras espectrofotométricas das soluções padrões forneceram um gráfico de calibração satisfatório, descrito pela equação $y = 0,2201x + 0,0005$ com um coeficiente de correlação linear (r) de 0,9972 indicando uma boa linearidade, na faixa de concentração de 0,0309 a 0,6194mg.L⁻¹, evidenciando que a equação de regressão se ajusta de maneira eficaz aos dados experimentais, 99,72%.

4.2 - Determinação do teor de fósforo / matéria orgânica / teor de umidade

A concentração de fósforo foi determinada por interpolação na equação fornecida pela curva de calibração. As alíquotas e balões utilizados durante a determinação de fósforo estão relacionados na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 - Relação das alíquotas e balões utilizados durante a determinação de P

Amostras	Alíquotas (mL)		Balões (mL)	
	P.O	P.I	P.O	P.I
IFBA	13	13	25	25
Cidade Histórica	10	10	25	25
Outeiro da Glória	5	4	50	50
Sambaqui	5	1	50	50
Aldeia Velha	5	10	50	50
Local s/ ação antrópica	10	10	25	25

O teor de matéria orgânica foi calculado a partir da diferença entre a quantidade de massa perdida durante a calcinação e a massa inicial. Já a umidade foi calculada pela diferença entre a massa inicial e a final multiplicada por 100 e dividida pela massa inicial.

- Outeiro da Glória

Os resultados obtidos durante a pesquisa em relação ao Outeiro da Glória estão discriminados na Figura 3.

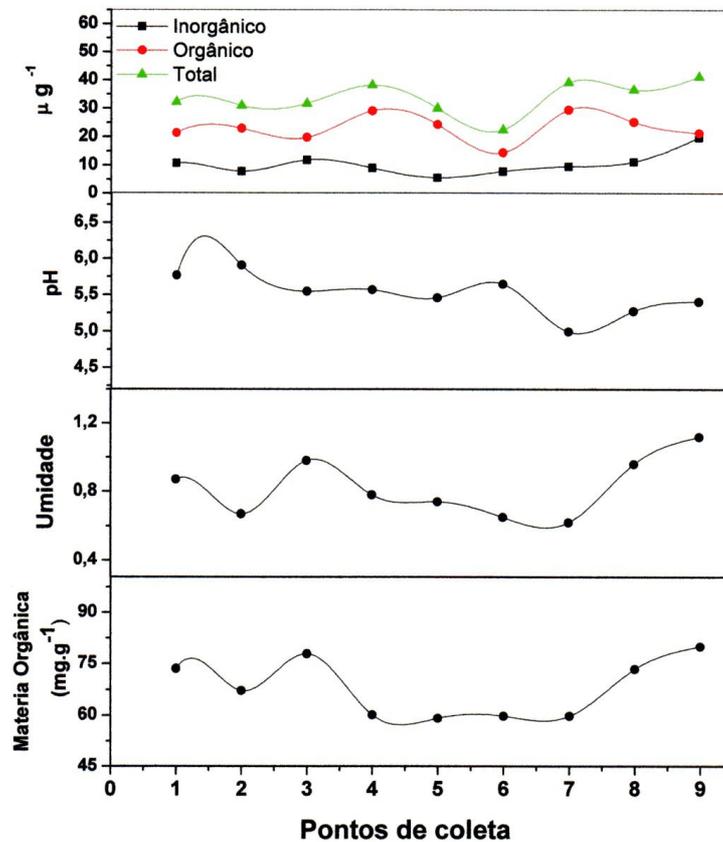


Figura 3 - Parâmetros analisados no sítio arqueológico - Outeiro da Glória.

A umidade variou entre 0,62 a 1,12% e o teor de matéria orgânica entre 59,21 a 80,01mg.g⁻¹. As concentrações de fósforo encontradas neste sítio foram extremamente pequenas, sendo que o fósforo Inorgânico variou de 7,95 a 19,87µg.g⁻¹ e o orgânico de 14,54 a 29,53µg.g⁻¹. Na amostra 8 foi possível perceber o quanto a profundidade pode interferir no teor de fósforo encontrado em determinado local, pois

a medida que a profundidade aumentou houve um acréscimo significativo de fósforo inorgânico. As variáveis umidade e matéria orgânica também apresentaram um ligeiro acréscimo nesta amostra.

Apesar do conteúdo de fósforo ter apresentado concentrações pequenas, os resultados experimentais foram satisfatórios, pois corroboraram com os registros históricos.

De acordo com o que é relatado por Tofani (2008) a arqueóloga Edna June Morley do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN) em 1984 durante uma vistoria no Outeiro da Glória constatou que uma recente terraplanagem, efetuada em aproximadamente 800m² da área do sítio havia sido retirado cerca de 50cm do solo, ocasionando a destruição da principal camada arqueológica. E nos anos de 1999 e 2000 o Núcleo Avançado de Pesquisas Arqueológicas da Universidade Federal da Bahia (NAPAS/UFBA) motivados pela relevância histórica deste sítio, realizaram uma ampla pesquisa arqueológica, na qual foram utilizados sofisticados equipamentos de prospecção que possibilitou a descoberta de apenas alguns fragmentos de alvenarias e argamassas, uns poucos cravos de ferro e um número pouco expressivo de cacos de cerâmicas de uso doméstico, telhas e tijolos.

No gráfico da Figura 3 é possível perceber que o teor de fósforo orgânico foi superior ao inorgânico em todas as amostras isso pode ser justificado pela intensa atividade antrópica ainda existente neste sítio arqueológico, uma vez que o mesmo é local de visitação turística.

- Cidade Histórica

Os resultados obtidos na Cidade Histórica estão discriminados na Figura 4, nos quais são possíveis observar que a concentração de matéria orgânica variou de 64,61 a 86,84mg.g⁻¹ e umidade 8,98 a 13,22%.

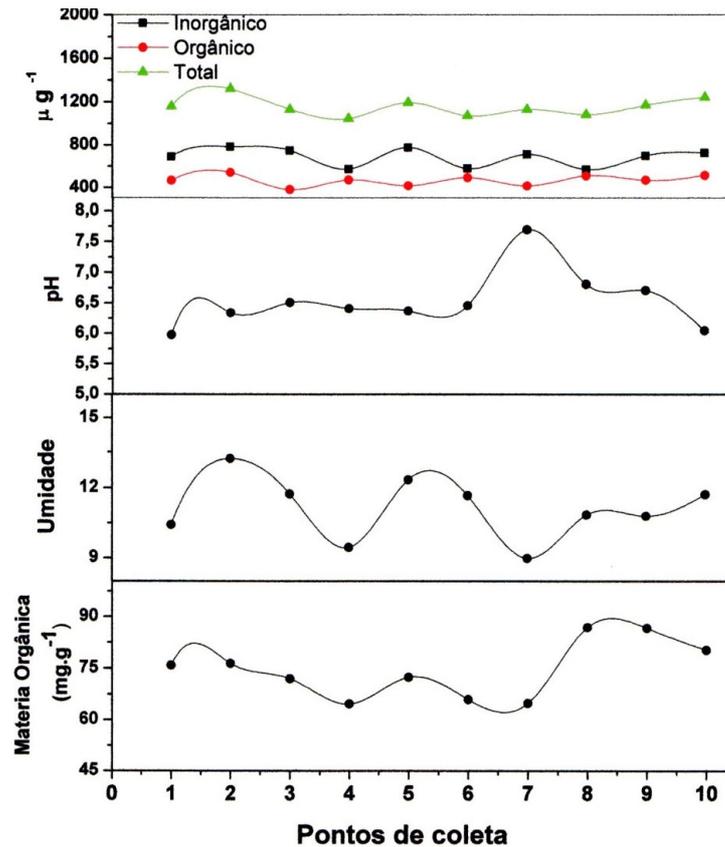


Figura 4 - Parâmetros analisados no sitio arqueológico - Cidade Histórica.

Distinto dos resultados obtidos no Outeiro da Glória a Cidade Histórica apresentou elevados valores de fósforo inorgânico e orgânico. Sendo que os teores de fósforo inorgânico foram superiores ao orgânico em todas as amostras.

As concentrações elevadas de fósforo inorgânico presente no solo confirmam a ocupação remota da Cidade História, que antes de 1500 era povoada pelos povos indígenas Tupinikíns e que depois foi ocupada pelos missionários da Ordem de São Francisco, trazidos pela armada Gonçalo Coelho em 1503 ou 1504, que em virtude da catequização dos povos Tupinikíns, inicialmente se fixaram no Outeiro da Glória e após terem conquistado a confiança dos indígenas, estabeleceram-se dentro do espaço da aldeia, fundando em aproximadamente 1535, a segunda igreja do Brasil, conhecida como Igreja da Misericórdia, dando início a construção do belíssimo conjunto arquitetônico presente até os dias atuais (TOFANI, 2008).

As concentrações de fósforo orgânico foram elevadas devido à ocupação recente e continua da Cidade Histórica, que além de ser um importante ponto turístico, ainda hoje é ocupada por nativos de Porto Seguro.

Ao comparar os valores de matéria orgânica e umidade encontrados nos sítios arqueológicos Outeiro da Glória e Cidade Histórica foi notório a proporcionalidade que existe entre as concentrações de fósforo e estas variáveis.

- Sambaqui

Os resultados obtidos durante a pesquisa no Sambaqui estão discriminados na Figura 5.

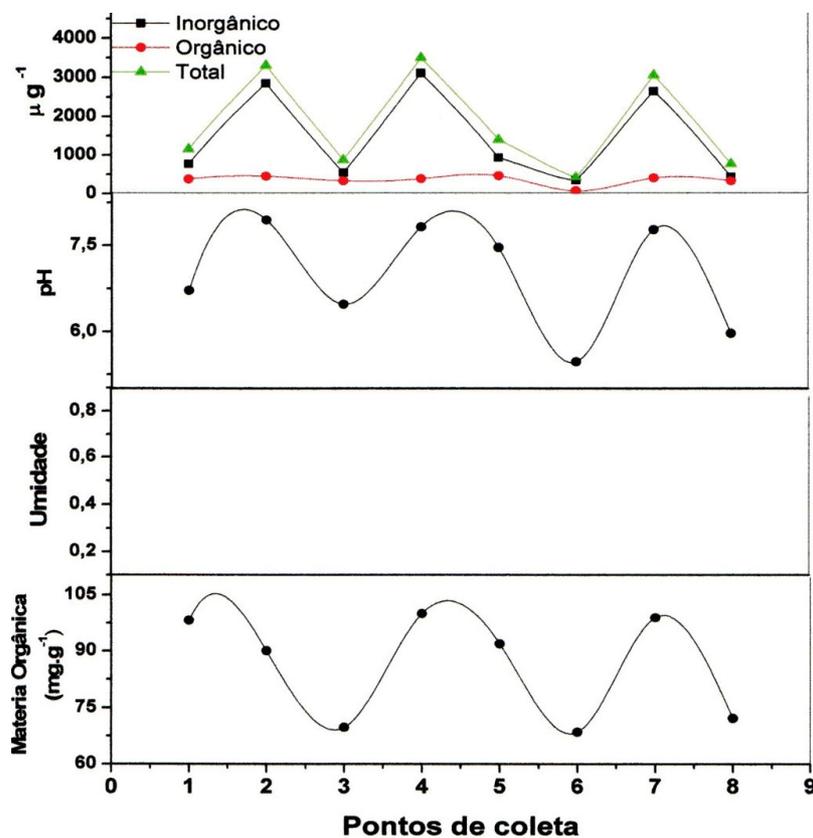


Figura 5 - Parâmetros analisados no sítio arqueológico - Sambaqui

O Sambaqui foi o sítio arqueológico que apresentou as maiores concentrações de fósforo inorgânico, variando entre 341 a 3.112µg.g⁻¹. Assim como os sítios estudados anteriormente, também apresentou proporcionalidade entre as

concentrações de fósforo e matéria orgânica. Ao analisar o gráfico da Figura 5, é perceptível a diferença entre a concentração de fósforo inorgânico e orgânico, o que corrobora com a análise de fósforo antrópico na arqueologia, pois o Sambaqui é um sítio arqueológico que possui intensa atividade remota e quase nenhuma recente, devido ao local onde se encontra. Porém o fósforo orgânico apresentou elevados valores de concentração ao comparar com os resultados obtidos na Cidade Histórica, isso pode ser justificado pela quantidade de matéria orgânica presente no solo, uma vez que o Sambaqui fica dentro de uma mata fechada.

A amostra 4 apresentou os maiores valores de fósforo inorgânico e matéria orgânica, além disso seu pH foi ligeiramente básico, isso pode ser indícios de que neste local pode existir restos de ossos humanos ou de animais.

- Aldeia Velha

Os resultados obtidos durante a pesquisa em relação à Aldeia Velha estão discriminados na Figura 6.

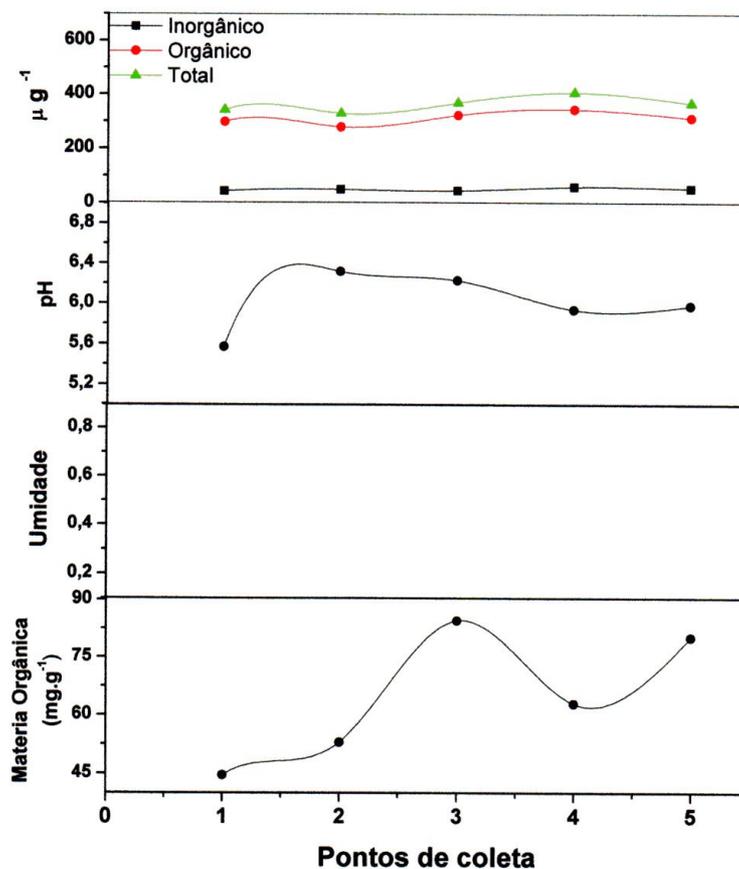


Figura 6 - Parâmetros analisados na Aldeia Velha.

Na Aldeia Velha as concentrações de fósforo orgânico foram extremamente superiores as concentrações de fósforo inorgânico isso pode ser justificado pela intensa ocupação humana recente presente neste sítio. O teor de matéria orgânica variou entre 44,58 a 84,55mg.g⁻¹.

- Solo sem ação antrópica

Os resultados obtidos durante a pesquisa em relação ao solo “sem ação antrópica” estão discriminados na Figura 7.

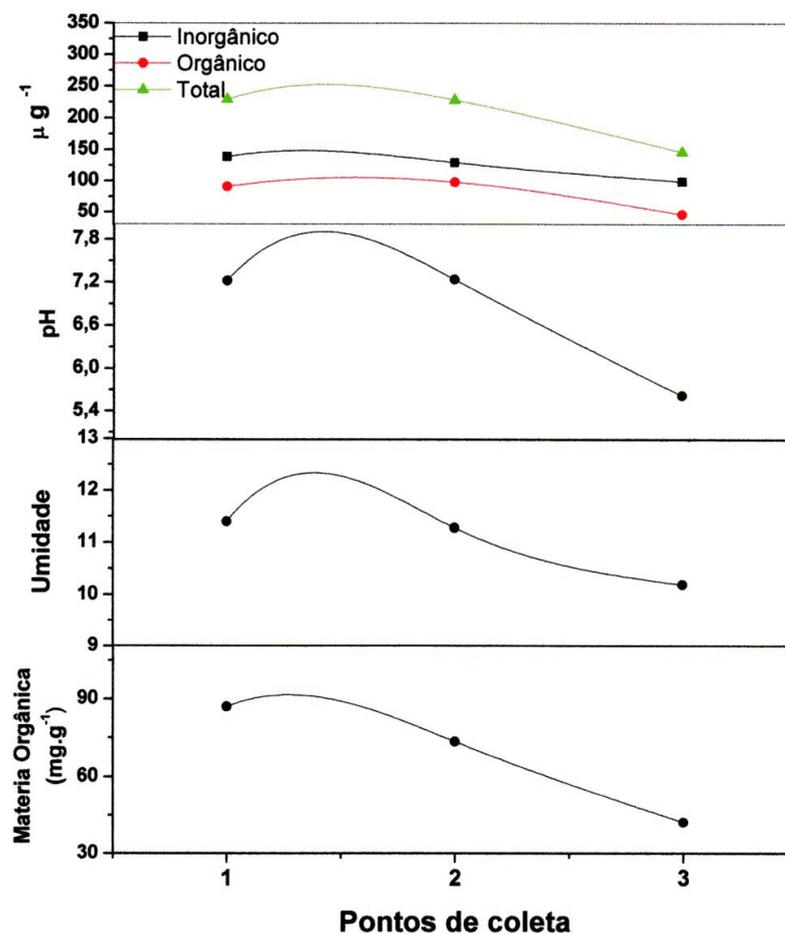


Figura 7 - Parâmetros analisados no solo virgem.

Ao contrário dos valores encontrados na Aldeia Velha, a análise de fósforo dos solos sem ação antrópica apresentou maiores valores na forma inorgânica, o que pode ser indício de ocupação remota daquele solo considerado virgem. A amostra 3 apresentou menores concentrações de fósforo, pois não é proveniente do mesmo local

que as demais. A amostra 1 e 2 foram coletadas no morro (declive) da cidade Histórica, enquanto que a 3 foi coletada em uma restinga da mata Atlântica presente no Arraia D' Ajuda. O teor da matéria orgânica variou entre 42,19 a 86,94mg.g⁻¹ e a umidade de 10,19 a 11,40% no qual os menores valores foram apresentados pela amostra 3. Desta forma é possível concluir que o solo da Mata Atlântica é menos antrópico do que o coletado no declive da Cidade Histórica.

- Instituto Federal da Bahia

Os resultados obtidos durante a pesquisa em relação ao IFBA estão discriminados na Figura 8.

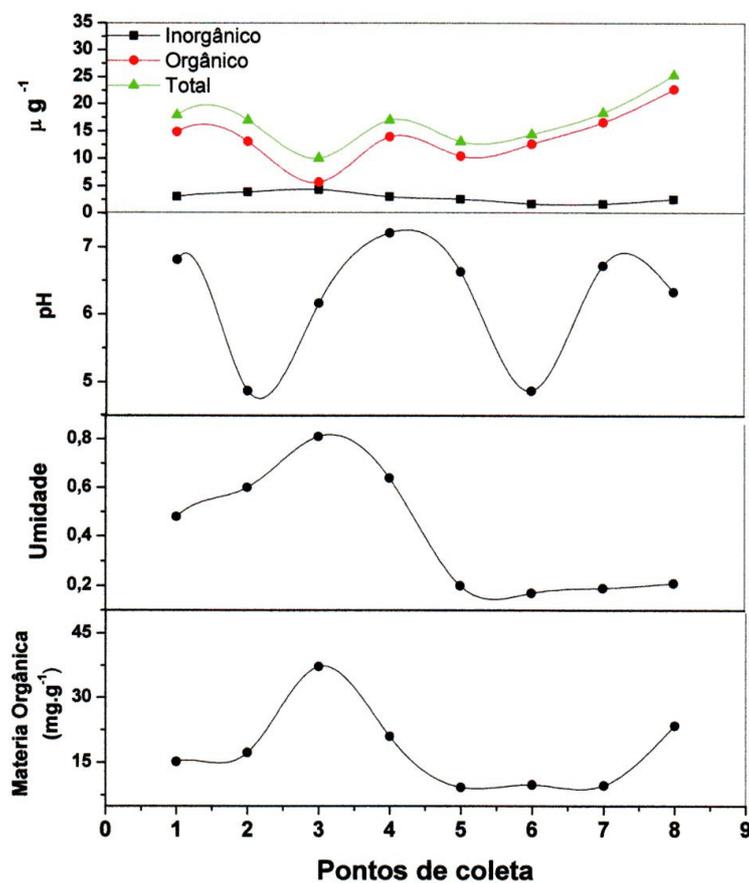


Figura 8 - Parâmetros analisados no Instituto Federal da Bahia.

De todos locais estudados o Instituto foi o que apresentou os menores valores de concentração de fósforo. No entanto mesmo apresentando valores tão baixos foi possível perceber que o fósforo orgânico apresentou valores superiores ao inorgânico,

o que é justificado devido a presença humana acentuada neste local. Um dos possíveis fatores que justificam a pequena quantidade de fósforo presente neste local é a construção civil, pois o local onde foram retiradas as amostras tinha sido utilizado durante a construção do prédio novo do IFBA, o que foi evidenciado durante a coleta, pois foi encontrado areia branca de construção, restos de telhas e lajotas. Sendo assim é possível que o solo arqueológico tenha sido soterrado, e 10cm não foi suficiente para chegar até ele.

4.3 - Análise de fósforo em outros sítios arqueológicos

Ao comparar os resultados de concentração de fósforo obtido nos sítios arqueológicos do município de Porto Seguro com os encontrados em outros sítios, foi possível perceber que os valores foram bem próximos. O trabalho desenvolvido por Lage e Cavalcante (2010) nos sítios Toca do Barrigudo, Toca da Pedra Solta da Serra Branca, Toca do Pau Dóia e Lagoa da Jurubeba apresentaram concentrações de fósforo similares ao encontrado nesta pesquisa. Os valores oscilaram de não detectável a $5.720\mu\text{g.g}^{-1}$ (fósforo inorgânico); de 120 a $4.836\mu\text{g.g}^{-1}$ (fósforo orgânico) e de 148 a $9.161\mu\text{g.g}^{-1}$ (fósforo total).

A análise desenvolvida por Parnell (2001) no sitio arqueológico de Piedras Negras também apresentou valores razoavelmente semelhantes a esta pesquisa, como pode ser visualizado na Tabela 3 na página seguinte.

5. Considerações finais

A partir da análise de fósforo foi possível confirmar a ocupação humana em alguns sítios arqueológicos do município de Porto Seguro, uma vez que foram encontrados elevados valores de concentrações de fósforo inorgânico e orgânico. Apesar das amostras do IFBA não terem apresentado valores significativos, não é possível concluir que nesta área não tenha ocorrido atividades pretéritas, uma vez que há de se considerar que as baixas concentrações podem ser decorrentes da possibilidade do solo arqueológico estar em níveis mais profundos, além do prospectado.

Uma segunda perspectiva, aventada no início deste trabalho, refere-se à oportunidade de estabelecer um diálogo entre a Química e a Arqueologia dentro da nossa academia, o que contribui, cada vez mais, para reforçar o potencial da Química

no esforço interdisciplinar de desvendar os mais variados processos naturais e culturais ao longo da história da humanidade. Nesse sentido, para além de apresentar dados concretos de uma pesquisa, tal experiência representa caminhos para uma prática interdisciplinar que, a partir de agora, faz parte do meu processo de formação profissional e pode inspirar a atuação de outros profissionais formados pelo Instituto.

Tabela 3 - Concentração de fósforo no solo e densidade de cerâmica

Pit Designation	Soil P Concentration (mg/kg)	Ceramic Density (kg/m ³)
PN 24A-9	140	6.1
PN 10F-2	122	3.2
PN 10F-1	120	3.1
PN 24A-12	116	6.2
PN 24A-2	111	3.3
PN 10K-1	108	3.0
PN 24A-11	102	8.7
PN 10C-3	102	4.0
PN 24A-14	93	1.1
PN 10G-1	90	0.3
PN 10H-2	80	1.3
PN 24A-4	80	1.5
PN 10H-1	70	1.1
PN 24A-13	56	1.5
PN 24A-5	51	1.6
PN 24A-10	40	1.9
PN 10J-1	33	0.7
PN 10I-2	28	0.8
PN 24A-3	28	0.7
PN 24A-1	23	1.5
PN 10E-1	20	1.0
PN 10B-1	15	0.9
PN 24A-6	9	0.7

Referências

- ASTM. *Standard Test Methods for Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils*. 1987.
- BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Porto Seguro. *Projeto pedagógico do curso de Licenciatura em Química*. Porto Seguro, 2014.
- CALVACANTE, Luis C. D.; LAGE, Maria C. S. M.. Fósforo inorgânico, fósforo orgânico e fósforo total como indicadores de ocupação humana pré-histórica: otimização e validação de metodologia em paleossedimentos. *CLIO Arqueologia*, v. 25, n.2, 2010.
- CALLEY, Earle R.. *Analysis of ancient glasses 1790-1957: a comprehensive and critical survey*. Nova York: The Corning Museum of Glass, 1962.
- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S.. *Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas*. Campinas (SP): Instituto Agrônomo, 2009.

DEL LAMA, E. O. Estudo de Eflorescências em pinturas murais de Fulvio Pennacchi. *Olinda* (PE), v.1, n.3, p.92-95, 2007.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

DeBLASIS, Paulo; KNEIP, Andreas; SCHEEL-YBERT, Rita; GIANNINI, P. C.; GASPAS, Maria Dulce C.. Sambaquis e Paisagem Dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. *Revista da Universidade Nacional de Catamarca* (Argentina), v.3, n.1, p.29-61, jan. 2007.

HOLLIDAY, Vance T.; GARTNER William Gustav. Methods of soil P analysis in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, n.34, v.4, p.301-333, 2007.

LAGE, Maria Conceição Soares Meneses; FABRIS, José Domingos; MORAES, Beneide Cabral; CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte. Análise química de sedimentos como indicador da ocupação humana pré-histórica no Parque Nacional Serra da Capivara. *CLIO - Revista da Universidade Federal de Pernambuco*, Série Arqueológica, p.103-122, 2006.

MACARINI, Jaqueline Sachet. Comparação de metodologia analítica na determinação de fósforo em solos. *Monografia* (Graduação), Departamento de Química, Centro de Ciências físicas e matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006. Orientadores: Clóvis Goulart de Bem; Vilma Heinzen.

MURICY, Ivana Tavares. O Éden terrestre: a construção social de Porto Seguro como cidade turística. *Dissertação* (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001. Orientador: Carlos Geraldo (Gey) Espinheira.

NUNES, Kelly Praça. *Estudos arqueométricos do sítio arqueológico Hatahara*. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo, 2009.

PARNELL, J. Jacob. *Soil chemical analysis of activity areas in the archaeological site of piedras negras, guatemala*. Department of Agronomy and Horticulture. Brigham Young University, 2001.

TOFANI, Frederico de Paula. Erejaskó piáng?: As culturas sambaqueira, aratu, tupiguarani e portuguesa e a produção do espaço do extremo Sul da Bahia, Brasil. 2008. *Tese* (Doutorado), Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Orientador: Heloisa Soares de Moura Costa.

TUDELA, Diego Renan Giglioti. Caracterização físico-química de sedimentos do sítio arqueológico Lapa Grande de Taquaraçu, MG. 2013. 101p. *Dissertação* (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2013. Orientador: Casimiro Sepúlveda Munita.

ZAHLOUTH, Ingrid M. L. V.; PAIVA, Rodrigo O. Informação e arqueologia: segredos do passado transcritos em suportes primitivos. In: ENCONTRO REGIONAL DE ESTUDANTES DE BIBLIOTECONOMIA, DOCUMENTAÇÃO, CIÊNCIA E GESTÃO DA INFORMAÇÃO EREBD N/NE, 15., 2012, Juazeiro do Norte. *Anais ... Juazeiro do Norte*: Universidade Federal do Cariri, 2012.

Data de recebimento: 130.05.2017

Data de aceite: 13.07.2017