

## APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSOS (AHP) COMO MODELO PREDITIVO PARA MAPEAMENTO DOS SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS NA ILHA DE SÃO LUÍS, MARANHÃO

**Waldir José Lustosa de Alencar Neto**<sup>1</sup>

Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Piauí

**Leonardo Silva Soares**<sup>2</sup>

Universidade Federal do Maranhão

**Arkley Marques Bandeira**<sup>3</sup>

Universidade Federal do Maranhão

Enviado em 30 jan. 2019 | Aceito em 11 abr. 2021

**Resumo:** O artigo aborda a aplicação da Análise Hierárquica de Processos (AHP) como uma proposta de modelo preditivo para identificação de sítios arqueológicos na Ilha de São Luís – Maranhão, por meio da construção e avaliação de parâmetros hipotéticos com base em sete atributos e suas classes, comumente utilizados nas pesquisas arqueológicas: os indicadores fisiográficos e ambientais. A pesquisa considerou o conhecimento arqueológico já existente para a região, que contabiliza a existência de 105 sítios arqueológicos. As duas fontes de dados foram correlacionadas com os atributos selecionados. Após o modelamento pelo método do AHP foi possível gerar mapas com diferentes graus de potencialidades, que permitiram averiguar e validar a eficácia da proposta por meio de prospecção de superfície *in situ*, indicando ou não os compartimentos com a maior probabilidade para ocorrência de bens arqueológicos, auxiliando na sua proteção e preservação.

**Palavras-chave:** Análise Hierárquica de Processos (AHP). Modelo preditivo. Mapeamento. Sítios arqueológicos. Ilha de São Luís.

### APPLICATION OF THE HIERARCHICAL PROCESS ANALYSIS (HPA) METHOD AS A PREDICTIVE MODEL FOR MAPPING THE ARCHAEOLOGICAL SITES IN THE ISLAND OF SÃO LUÍS, MARANHÃO

**Abstract:** The article discusses the application of Hierarchical Process Analysis (AHP) as a predictive model for the identification of archaeological sites in the island of São Luís - Maranhão, through the construction and evaluation of hypothetical parameters based on seven attributes and their classes, commonly used in archaeological research: the physiographic and environmental indicators. The research considered the existing archaeological knowledge for the region, which counts the existence of 105 archaeological sites. The two data sources were correlated with the selected attributes. After the modeling by the AHP method it was possible to generate maps with different degrees of potentialities, which allowed to verify and validate the effectiveness of the proposal by means of surface prospecting *in situ*, indicating or not the compartments with the highest probability for occurrence of archaeological, assisting in its protection and preservation.

**Keywords:** Hierarchical Process Analysis (HPA). Predictive model. Mapping. Archaeological sites. Island of São Luís.

---

1. Graduado em Geoprocessamento pelo Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Piauí – Campus Teresina Central; Autônomo; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7332-5186>. E-mail: [waldirlustosa@gmail.com](mailto:waldirlustosa@gmail.com).

2. Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente; Docente da Universidade Federal do Maranhão – Departamento de Oceanografia e Limnologia; Professor Permanente do PRODEMA – MA; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0373-2971>. E-mail: [leonardo.soares@ufma.br](mailto:leonardo.soares@ufma.br)

3. Doutor em Arqueologia; Docente da Universidade Federal do Maranhão – Departamento de Oceanografia e Limnologia. Professor Permanente do PRODEMA – MA e PGCult. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7646-7526> E-mail: [arkleybandeira@gmail.com](mailto:arkleybandeira@gmail.com).



## APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO DE PROCESOS (AHP) COMO MODELO PREDICTIVO PARA MAPEAMIENTO DE LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS EN LA ISLA DE SÃO LUÍS, MARANHÃO

**Resumen:** El artículo aborda la aplicación del análisis jerárquico de procesos (AHP) como una propuesta de modelo predictivo para la identificación de sitios arqueológicos en la Isla de São Luís - Maranhão, por medio de la construcción y evaluación de parámetros hipotéticos basados en siete atributos y sus clases, comúnmente utilizados en las investigaciones arqueológicas: los indicadores fisiográficos y ambientales. La investigación consideró el conocimiento arqueológico ya existente para la región, que contabiliza la existencia de 105 sitios arqueológicos. Las dos fuentes de datos se correlacionaron con los atributos seleccionados. Después del modelado por el método del AHP fue posible generar mapas con diferentes grados de potencialidades que permitieron averiguar y validar la eficacia de la propuesta por medio de prospección de superficie in situ, indicando o no los compartimentos con la mayor probabilidad para ocurrencia de bienes arqueológicos, ayudando en su protección y preservación.

**Palabras clave:** Análisis jerárquico de procesos (AHP). Modelo predictivo. Mapeo. Sitios arqueológicos. Isla de San Luis.



### Introdução

Pesquisas arqueológicas realizadas ao longo de 15 anos vêm revelando uma diversidade de ocupações humanas pré-coloniais na Ilha de São Luís, no Maranhão, confirmando tratar-se de um *lugar persistente*, conforme conceituado por Schlanger (1992). Trata-se de uma região costeira propícia à ocupação humana durável, uma vez que os ambientes litorâneos e estuarinos proporcionam grande potencial para a captação de recursos alimentares, disponibilidade de matérias-primas para elaboração de ferramentas e áreas de deslocamentos, aspectos essenciais para a estabilidade territorial e que favorecem os contatos culturais de longa duração.

A este respeito, as primeiras ocupações humanas na região estão bem estabelecidas entre 7 mil a 6.600 anos antes do presente e foram caracterizadas por estarem em transição para um modo de vida associado à coleta de moluscos e frutos do mar e a pesca. Em torno de 5.880 anos surge um novo padrão de ocupação na Ilha de São Luís, com a construção dos sambaquis, assentamentos humanos formados pela acumulação de grande quantidade de restos alimentares que formavam colinas (BANDEIRA, 2008, 2013, 2016). Entre 2 e 1 mil anos atrás, chegam à região grupos amazônicos, produtores de sítios de terra preta (BANDEIRA, 2013). Em períodos mais recentes, entre os séculos XIV e XVI, a região estava ocupada pelos ancestrais dos povos Tupinambá, que permaneceram ocupando o território até o período do Contato, após o desembarque dos primeiros europeus (BANDEIRA, 2015).

Nestes estudos, muitas variáveis fisiográficas, ambientais, paisagísticas e locais foram construídas para caracterizar as áreas potenciais onde foram descobertos tais sítios. Contudo, estes dados empíricos não haviam sido sistematizados, justificando a realização de um estudo monográfico que objetivou sistematizar, modelar e construir uma proposta metodológica para identificar áreas susceptíveis para identificação de sítios arqueológicos.

A problematização da pesquisa girou em torno de se questionar se a Ilha de São Luís poderia ser considerada um lugar persistente para as ocupações humanas milenares, corroborando para tal a quantidade e diversidade de sítios arqueológicos que materializam mais de 7 mil anos de presença humana neste território. A este respeito, a hipótese a ser aferida consistiu em reconhecer que a distribuição espacial dos sítios arqueológicos não está aleatória na paisagem, mas refletem padrões de comportamento funcionais e simbólicos que estão associados as características fisiográficas da

Ilha de São Luís. Logo, compreender quais os geoindicadores estão associados aos aspectos locacionais que podem fornecer parâmetros para se compreender o modo de vida no passado (ALENCAR NETO, 2015).

Para alcançar tais resultados, propomos aplicar o método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) com vistas a propor um modelo preditivo para identificar quais as variáveis ambientais são mais importantes para propiciar a ocupação humana no passado, com base nas inferências observadas no presente. A este respeito, a localização dos sítios arqueológicos no presente foi a base para inferir os compartimentos ambientais mais potenciais para a ocorrência dos sítios arqueológicos. Para fins deste estudo, isolamos previamente as seguintes variáveis: hipsometria, declividade, hidrografia, vegetação, pedologia, geologia e geomorfologia.

### Interfaces entre a Arqueologia e o Sistema de Informações Geográficas

Conforme abordado anteriormente, a opção pela Análise Hierárquica de Processos (AHP) vincula-se a um projeto de investigação maior, que vem testando diferentes métodos de modelagem preditiva com o auxílio de inteligência computacional para gerar modelos de inferência testáveis para aferir o potencial arqueológico em diferentes compartimentos ambientais no Maranhão.

Ao longo da história da disciplina, a arqueologia desenvolveu diferentes métodos para a descoberta e detecção de sítios arqueológicos, especialmente em áreas desconhecidas da literatura. A este respeito, muitos exemplos podem ser citados, especialmente as prospecções de campo, consulta em documentos históricos, crônicas e relatos orais, com destaque para os modelos preditivos construído nas últimas décadas.

Atualmente, uma das principais variáveis para identificação de bens arqueológicos centra-se na compreensão do meio ambiente por métodos preditivos, sobretudo, considerando os aspectos fisiográficos, como a existência de recursos hídricos, geomorfologia e cobertura vegetal para predição e descoberta de bens arqueológicos.

A inserção do fator Geo nas pesquisas arqueológicas (MORAIS, 1999) vem ampliando as temáticas trabalhadas, principalmente quando relacionadas aos estudos em escala regional, a exemplo dos aspectos locacionais, distribuição da cultura material e levantamentos com equipamentos de geotecnologias. Não se pode mais pensar em prospecções arqueológicas regionais abdicando de um sistema de informação geográfica (SIG) associado a uma base cartográfica e ao uso de geotecnologias. Moraes (2000) incorporou o SIG em seus trabalhos, argumentando sobre a sua importância, sobretudo, pelo uso do geoprocessamento como uma ferramenta interdisciplinar. Na mesma linha, Nazareno (2005) citou diversos exemplos em que o SIG e as geotecnologias foram utilizados em pesquisas arqueológicas.

O termo Sistema de Informação Geográfico (SIG) vem sendo empregado para caracterizar sistemas computacionais que manipulam dados geográficos, com vistas a interrelacioná-los com múltiplas variáveis, permitindo manipular e converter dados brutos obtidos em Banco dados ou coletados em pesquisa de campo em informações acessíveis ao pesquisador (BARBOSA, 1999). Este processo envolve, segundo Câmara e Monteiro (2001), o tratamento computacional de dados geográficos por meio da captura, modelagem, manipulação, recuperação, consulta, análise, inserção e apresentação, como também a recuperação de informações por meio de sua localização espacial com um posicionamento geográfico.

O SIG reconhece que os dados geográficos se apresentam na forma de atributos não espaciais (objetos geográficos) e geoespaciais (georreferenciados), ou seja, os atributos descritivos (não espaciais) perdem uma de suas principais características sem a visão da distribuição espacial e da

localização cartográfica sobre a superfície terrestre. No campo da arqueologia, o uso do SIG pode gerar produtos de suma importância para a compreensão do passado, como mapas temáticos com diferentes conjuntos de informações que podem ser usados em diferentes fases da pesquisa arqueológica.

De acordo com Kneip (2004), o emprego do SIG na arqueologia pode se materializar nos seguintes aspectos: criação de modelo de predição para descoberta de sítios, que indicaria os possíveis locais de sua ocorrência; criação de bancos de dados de sítios georreferenciados; gerenciamento arqueológico do território; construção de outros modelos explicativos; análises espaciais, interpretação da paisagem, etc.

Tomando como exemplo a prospecção em áreas arqueologicamente desconhecidas com dificuldades de visualização, densa vegetação, acessibilidade ou restrições legais, construir um conjunto de dados fisiográficos geoprocessados torna-se uma ferramenta preditiva poderosa, que pode minimizar tempo de campo, custos, melhorias na amostragem e eficácia na localização dos sítios. As variáveis geoambientais podem, inclusive, ser definidas antes da pesquisa.

### A aplicação da Análise Hierárquica de Processos (AHP) como modelo preditivo para a pesquisa arqueológica

Sequeira (2009) vem arguindo que os modelos sempre sofreram duras críticas na arqueologia por focarem em temáticas associadas à adaptação, subsistência e acesso a regiões com matérias-primas específicas, aspectos que suprimem critérios de ordens simbólicas ou imateriais entre os povos do passado. Não obstante, o uso de modelos seria uma primeira aproximação do universo arqueológico a ser investigado e não um fim em si mesmo.

Para execução de um modelo preditivo é necessário que existam três elementos básicos comuns: informação, método e resultados (aplicação, validação, negação e avaliação) que devem ser apresentados em uma escala compatível com os dados a serem trabalhados. Kipnis (1996) descreve três categorias de informações que podem ser utilizadas no desenvolvimento de modelos preditivos na investigação arqueológica:

- ✓ Teorias que explicam os efeitos processuais das variáveis independentes nos eventos de interesse, segundo uma relação de causa e efeito;
- ✓ Observações empíricas que normalmente consistem em interações observadas entre variáveis dependentes e independentes em estudos prévios ou em partes amostradas da área de interesse;
- ✓ Informações sobre as variáveis e condições que possam influenciar o resultado na área de interesse amostrada.

A Análise Hierárquica de Processos (AHP) foi um método criado por Thomas L. Saaty, da *Wharton School of Business*, Universidade da Pensilvânia, em 1980, no livro *The analytic hierarchy process*. Trata-se de um método amplamente utilizado no apoio à tomada de decisão em problemas com múltiplos critérios. Ele se inspira no pensamento newtoniano e cartesiano e busca tratar a complexidade dos fenômenos por meio de sua decomposição e divisão de fatores que podem ainda ser decompostos em novos fatores até o nível mais baixo e dimensionável, buscando as relações que depois serão sintetizadas (MARINS et al., 2009).

Ela se baseia em alguns princípios filosóficos básicos, como a construção de hierarquias, definição de prioridades e julgamentos e consistência lógica, sendo que para fins arqueológicos, ela

mostra-se aplicável, sobretudo, em decorrência da habilidade do ser humano em perceber o relacionamento entre objetos e as situações observadas em seu meio (OLIVEIRA et al., 2011; VERAS, 2016). Na aplicação da AHP é necessária a criação de critérios para que o fenômeno estudado possa ser estruturado de forma hierárquica, sendo que o primeiro nível da hierarquia corresponde ao propósito geral do problema (identificação de áreas propícias à ocorrência de sítios arqueológicos); o segundo refere-se aos critérios pré-definidos (determinação das variáveis ambientais a serem analisadas) e o terceiro relaciona-se as prioridades ou valores para as alternativas na construção do modelo (dissolução das variáveis em informações).

A AHP leva em conta dados, experiências, percepções e intuições de uma maneira lógica e completa, permitindo a realização de escalas de prioridades ou de pesos (PINESE JÚNIOR, 2010). Operacionalmente, o processo de atribuição de pesos às classes de variáveis foi desenvolvido por Saaty (1980), que apresentou valores de 1 a 9 relacionando-os com o grau de importância de uma variável em relação a outra e par a par entre os critérios, a partir da matriz dos elementos estabelecida para a modelagem do fenômeno (SANTOS et al., 2010), conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores dos critérios de importância mútua

Valores	Critérios de importância mútua
1/9	Extremamente menos importante que
1/7	Muito fortemente menos importante que
1/5	Fortemente menos importante que
1/3	Moderadamente menos importante que
1	Igualmente importante a
3	Moderadamente mais importante que
5	Fortemente mais importante que
7	Muito fortemente mais importante que
9	Extremamente mais importante que

Fonte: Saaty (1980) e Santos et al. (2010). Adaptado pelos autores.

A Tabela 2 exemplifica uma matriz de critérios em que “x” representa o quão mais importante é o elemento B1 em relação a B2; “y” em relação a B1 e B3 e assim por diante. A lógica da comparação parte da relação de importância do critério da linha em relação à coluna.

Tabela 2 - Matriz de critérios do método AHP

Critérios	B1	B2	B3
B1	1	1/X	1/Y
B2	X	1	1/Z
B3	Y	Z	1

Fonte: Marins et al. (2009). Adaptado pelos autores.

Dentre os critérios escolhidos para aplicação da AHP na pesquisa em questão, optou-se por focar os aspectos fisiográficos como fontes possíveis de informação para predição e identificação dos sítios arqueológicos. Estes mesmos critérios são constantemente utilizados em muitas pesquisas arqueológicas, sobretudo, em áreas desconhecidas, conforme descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Atributos fisiográficos adotados na pesquisa

Variável	Sigla
Declividade	Dec
Altimetria	Alt
Vegetação	Veg
Pedologia	Ped
Geologia	Glo
Geomorfologia	Gmo
Hidrografia	Hid

De posse dos valores de importância relativa aos atributos da matriz, determinaram-se os pesos para cada um deles. Para determinação do peso ( $W_i$ ) realizou-se a soma geométrica de cada linha para obtenção do autovetor e, posteriormente, realizou-se sua normalização, que foi calculada pela divisão entre o autovetor e a somatória dos mesmos, conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Determinação de Pesos

CRITÉRIOS	B1	B2	B3	WI
B1	1	1/X	1/Y	P1
B2	X	1	1/Z	P2
B3	Y	Z	1	P3
[AW]i	V1	V2	V3	

Fonte: Pinese Júnior (2010). Adaptado pelos autores.

Com a realização da AHP para obtenção da categorização qualitativa foi importante verificar sua coerência, com base em equação para calcular o vetor. O passo seguinte consistiu em obter a RC = razão de consistência e o IR (índice aleatório), conforme indicado na Tabela 5.

Tabela 5 - Índices de Inconsistência Aleatória (Costa, 2002)

Dimensão da matriz (n)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inconsistência Aleatória Média (IR)	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,74	1,99	2,24

Fonte: Marins et al. (2009). Adaptado pelos autores.

### Aplicação da Análise Hierárquica de Processos (AHP) na área da pesquisa

O recorte territorial escolhido para aplicação da AHP foi a Ilha de São Luís – Maranhão, situada no norte do Maranhão, Nordeste do Brasil, formada por quatro municípios: São Luís, a capital, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa, conforme ilustrado na Figura 1.



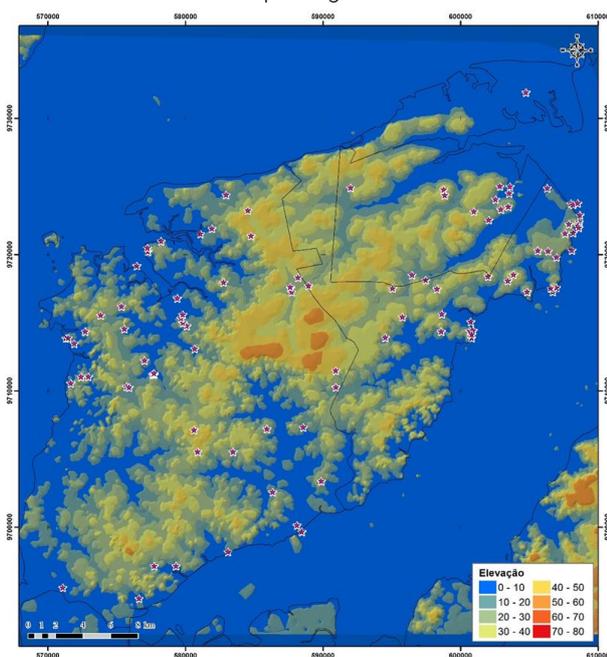
as curvas com intervalos de 10 metros, o que gerou o mapa de hipsometria ilustrado na Figura 2. Conforme demonstrado, a Ilha de São Luís possui um relevo que varia de plano a ondulado, no qual as porções mais elevadas são representadas pelas falésias e encostas na zona praial. Ao passo que para declividade do terreno foram adotados os parâmetros utilizados pela EMBRAPA (1979) para parametrização das classes de declividade para fins de avaliação da aptidão agrícola dos terrenos, na qual a declividade foi dividida em 6 classes, que seguem descritas na Tabela 6 e ilustradas na Figura 3.

Tabela 6 - Índice de Declividade

Declividade (%)	Tipo
0 - 3	Plano
3 - 8	Suavemente ondulado
8 - 13	Moderadamente ondulado
13 - 20	Ondulado
20 - 45	Fortemente ondulado
> 45	Montanhoso

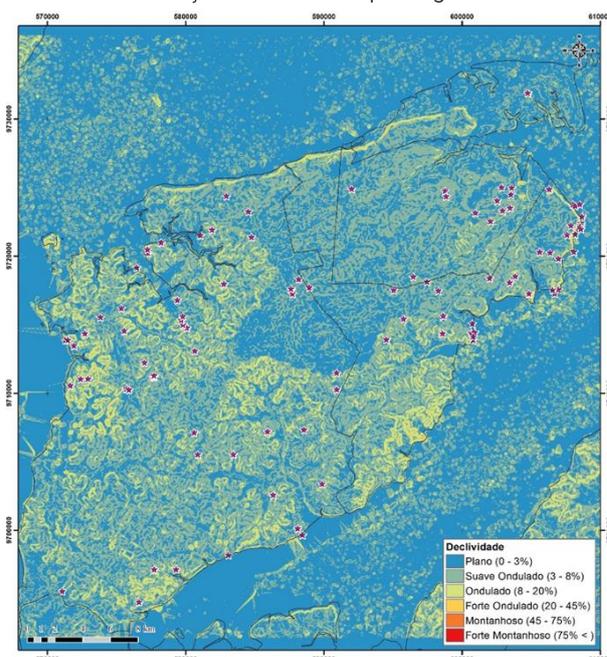
Fonte: Pereira, 2004. Adaptado pelos autores.

Figura 2 - Mapa hipsométrico com a indicação dos sítios arqueológicos



Fonte: Alencar Neto, 2015.

Figura 3 - Mapa de declividade da Ilha de São Luís com a indicação dos sítios arqueológicos.



Fonte: Alencar Neto, 2015.

Após os primeiros modelamentos, partiu-se para compilação e preparação dos dados com a criação das bases dos atributos na forma de mapas da rede hidrográfica, altimetria, declividade, geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação em escala de 1:250.000. O cruzamento dos dados sobre os 105 sítios arqueológicos levantados e os atributos ambientais observáveis resultaram nos seguintes resultados.

## Topografia

Após a intersecção dos sítios com a base altimétrica obteve-se a correlação expressa na Tabela 7.

Tabela 7 - Ordenação dos sítios por cota altimétrica

Ordem	Cota altimétrica	Porcentagem (%)
1	0 – 10	30,48
2	11 – 20	21,90
3	21 – 30	22,86
4	31 – 40	15,24
5	41 – 50	9,52
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

Em relação à locação dos sítios correlacionada com a altimetria, percebeu-se que estão distribuídos entre 0 e 50 metros, estando preferencialmente localizados em áreas abertas, em médias altitudes da planície costeira e próximos das principais vias de locomoção (cursos d'água), contudo, protegidos do nível máximo de cheia dos rios causada pela variação da maré. A exceção são os sítios que estão na mesma cota do nível do mar, a exemplo das camboas ou gamboas situadas na faixa praial. Tratam-se de armadilhas de pedras para pesca feitas por grupos Tupi (ABBEVILLE, 2002), que se valiam da oscilação da maré para fazer o aprisionamento dos peixes nessas grandes estruturas engenhosamente construídas (Figuras 4 e 5).

Figura 4 - Indicação de uma sequência de camboas identificadas na praia de Panaquatira, em São José de Ribamar – Maranhão



Fonte: Alencar Neto, 2015.

Figura 5 - Imagem aérea das camboas identificadas na praia de Panaquatira, em São José de Ribamar – Maranhão



Foto: Soares, 2017.

Cerca de 20 camboas já foram identificadas nos estuários de São Marcos e São José, principalmente com o modelamento por AHP que indicou alguns locais propícios para a existência destes sítios, como as praias da Guia e da Boa Viagem, em São Luís e São José de Ribamar. Considerando que as camboas estão entre costas zero e 4 metros de altura e não ultrapassam 1% de declividade, para efeito dos cálculos de altimetria, elas foram excluídas do modelamento. Logo, foram considerados os outros 85 sítios mapeados na porção terrestre, como representados na Tabela 8, ficando evidente o aumento no quantitativo de sítios entre as cotas 10 e 30 metros.

Tabela 8 - Readequação da distribuição de sítios por altimetria

Classe	Cota Altimétrica	Porcentagem (%)
1	0 – 10	15,29
2	11 – 20	25,88
3	21 – 30	28,24
4	31 – 40	18,82
5	41 – 50	11,77
6	51 – 60	0,00
7	61 – 70	0,00
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

Em relação à declividade, na Tabela 9 observa-se que 89% dos sítios mapeados estão situados em áreas que variam de plano à suave ondulado. Tal posição garante uma boa visibilidade do território, justamente pelo fato da Ilha de São Luís se situar em uma planície costeira e com poucas elevações, além da proteção de áreas alagadas em períodos de cheia dos cursos d'água.

Tabela 9 - Distribuição dos sítios em relação à declividade

Classe	Declividade (%)	Tipo	Porcentagem (%)
1	0 – 3	Plano	27,06
2	3 – 8	Suavemente ondulado	62,35
3	8 – 13	Moderadamente ondulado	5,88
4	13 – 20	Ondulado	4,71
5	20 - 45	Forte ondulado	0,00
6	45 - 75	Montanhoso	0,00
7	> 75	Forte montanhoso	0,00
<b>Total</b>			<b>100,00</b>

## Vegetação

A presença de sítios arqueológicos em áreas livres de cobertura vegetal se deve muito mais a fatores pós-deposicionais, sobretudo, pelo fato das florestas estarem sendo manejadas desde a ocupação indígena, com a abertura de clareiras para implantação das aldeias e realização de queimadas para as roças. Além disso, a substituição das florestas primárias por pastagens e, mais recentemente, por reflorestamentos de monoculturas vem modificando o registro arqueológico em relação a este componente.

Na Ilha de São Luís, a análise desse componente tornou-se mais sensível por ser uma região intensamente antropizada desde o século XVII. O modelo AHP também confirmou as ressalvas já indicadas, pois a maioria dos sítios está situada em áreas antropizadas, caracterizada pelo Ministério do Meio Ambiente como Floresta Ombrófilas Abertas, com influência de pastagens, conforme ilustrado na Tabela 10.

Tabela 10 - Distribuição dos sítios em relação à vegetação

Classe	Vegetação	Porcentagem (%)
1	Floresta Ombrófila Aberta - Área urbana e sua periferia	22,35
2	Floresta Ombrófila Aberta - Pecuária (pastagens)	56,47
3	Formações Pioneiras com influência fluviomarinha – arbórea	21,18
4	Formações Pioneiras com influência marinha – arbustiva	0,00
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

Considerando que as áreas antropizadas para implantação de pastagens recobrem as antigas áreas de manguezais que foram aterradas, como também locais que apresentam remanescentes de formações arbóreas com influência fluviomarinha, a hipótese é que os as áreas ocupadas anteriormente situavam-se nesses compartimentos ambientais, sobretudo, os sambaquis estuarinos e os sítios ceramistas nos terraços dos rios.

Neste contexto, um percentual maior de sítios em áreas abertas se deve a visibilidade da superfície dos terrenos, em detrimento das áreas mais preservadas e com cobertura vegetal mais densas.

## Hidrografia

Os recursos hídricos estão entre os atributos mais utilizados para a identificação de sítios arqueológicos. Neles são avaliados a proximidade dos sítios com os cursos d'água, a existência de terraços fluviais cultiváveis, a possibilidade de navegação para grandes distâncias, o potencial de ocupação dos interflúvios, etc. Na Ilha de São Luís, os sítios se localizam muito próximos aos cursos hídricos, com a particularidade de serem rios de primeira ordem, em que a hierarquia é a menor possível. Essas áreas são menos influenciadas pelo regime das marés, que na preamar adentram os rios de terceira ordem e deixam a água salobra e imprópria para o consumo. Além disso, os rios de primeira ordem são menos expostos e apresentam um grande potencial pesqueiro. As Tabelas 11 e 12 sintetizam os resultados obtidos, com a maioria dos sítios se situando a menos de 200m de um curso d'água, sendo este curso categorizado como de primeira ordem.

Tabela 11 - Distribuição dos sítios em relação à distância hídrica

Classe	Distância hídrica (m)	Porcentagem (%)
1	00 – 100	32,94
2	101 – 200	32,94
3	201 – 300	12,94
4	301 – 400	12,94
5	401 – 500	5,88
6	501 – 600	0,00
7	601 – 700	1,18
8	701 – 800	1,18
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

Tabela 12 - Distribuição dos sítios em relação à hierarquia hídrica

Classe	Hierarquia	Porcentagem (%)
1	1ª Ordem	68,24
2	2ª Ordem	11,76
3	3ª Ordem	12,94
4	4ª Ordem	2,35
5	5ª Ordem	4,71
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

## Geodiversidade

A geodiversidade é utilizada para estabelecer a integração entre os atributos geológicos, geomorfológicos e pedológicos em diferentes escalas. O geoprocessamento destas categorias resultou na identificação de que a maioria dos sítios arqueológicos na Ilha de São Luís ocorre em área da Formação Itapecuru e Barreiras. Em tais formações, os solos são propícios à agricultura. Uma situação particularmente interessante inexistência de sítios em áreas dunares da Ilha, situadas em sua porção nordeste. Em relação à geomorfologia, os sítios coincidem com as áreas com tabuleiros, tabuleiros dissecados e planícies fluviomarinhas, setores mais próximos à linha da praia, conforme representadas nas Tabelas 13 e 14.

Tabela 13 - Distribuição dos sítios em relação à geologia

Classe	Geologia	Porcentagem (%)
1	Depósitos de pântanos e mangues	10,59
2	Depósitos Litorâneos	0,00
3	Formação Barreiras	37,65
4	Formação Itapecuru	51,76
5	Depósitos Aluvionares	0,00
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

Tabela 14 - Distribuição dos sítios em relação à geomorfologia

Classe	Geomorfologia	Porcentagem (%)
1	Planícies costeiras	0,00
2	Planícies fluviomarinhas	10,59
3	Tabuleiros	43,53
4	Tabuleiros dissecados	45,88
5	Planícies fluviais ou fluviolacustres	0,00
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

Em relação à pedologia, o mapeamento realizado indicou que os sítios arqueológicos se associam a Latossolo intemperizados, antigos e profundos, seguidos de áreas com Gleissolos e Argissolos, como demonstrado na Tabela 15.

Tabela 15 - Distribuição dos sítios em relação à pedologia

Classe	Pedologia	Porcentagem (%)
1	GJo - Gleissolo Tiomórfico Órtico	18,83
2	LAd - Latossolo Amarelo Distrófico	71,76
3	PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	9,41
4	RQo - Neossolo Quartzênico Órtico	0,00
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

## Discutindo a validade do modelo preditivo pelo método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) aplicado à Ilha de São Luís

Conforme abordado ao longo do texto, os aspectos fisiográficos foram os atributos utilizados para a criação do modelo preditivo AHP. Neste contexto, eles foram analisados caso a caso, de acordo com o fator de importância apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 - Ordenação de importância dos aspectos fisiográficos

Ordem	Potencial
001	Alto
002	Médio
003	Baixo
004	Muito baixo

Em relação à altimetria, na Ilha de São Luís as cotas variam entre 0 e 77 metros. Após a interpolação destas com os sítios percebeu-se que, majoritariamente, eles estão assentados entre 0 e 50 metros de altura, com cerca de 54,12% distribuídos entre as classes 2 e 3, em que foi atribuída a "Ordem 001". Em seguida, ocorrem os sítios situados nas classes 1 e 4, com 34,11%, sendo atribuída a eles a "Ordem 002". Por fim, ocorreu a classe 5, com 11,77% dos sítios assentados, em que foi atribuída a "Ordem 003". As classes 6, 7 e 8 não apresentaram sítios e foram consideradas como de "Ordem 004", portanto, com muito baixo potencial para ocorrência de sítios arqueológicos, conforme representado na Tabela 17.

Tabela 17 - Atribuição das ordens na classe de altimetria

Classe	Cota altimétrica	Porcentagem (%)	Ordem
1	0 – 10	15,29	002
2	11 – 20	25,88	001
3	21 – 30	28,24	001
4	31 – 40	18,82	002
5	41 – 50	11,77	003
6	51 – 60	0,00	004
7	61 – 70	0,00	004
8	71 – 80	0,00	004

Em relação à declividade, a modelagem indicou que 89,41% dos sítios estão assentados em relevo plano a suavemente ondulado, sendo atribuída a essas classes a "Ordem 001"; ao passo que 10,59% deles se distribuíram entre a declividade moderadamente ondulada a ondulada, sendo atribuída a "Ordem 002"; as variáveis restantes foram classificadas nas "Ordens 003 e 004", conforme apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 - Atribuição das ordens na classe de declividade

Classe	Declividade (%)	Tipo	Porcentagem (%)	Ordem
1	0 – 3	Plano	27,06	001
2	3 – 8	Suavemente ondulado	62,35	001
3	8 – 13	Moderadamente ondulado	5,88	002
4	13 – 20	Ondulado	4,71	002
5	20 – 45	Forte ondulado	0,00	003
6	45 – 75	Montanhoso	0,00	004
7	> 75	Forte montanhoso	0,00	004
Total			100,00	

Sobre a relação dos sítios arqueológicos com os recursos hídricos, os resultados apontaram que 68,24% estão situados em rios de 1ª ordem, sendo atribuída a “Ordem 001”; 24,7% foram distribuídos entre rios de 2ª e 3ª ordens, sendo atribuída a “Ordem 002”; 4,71% dos sítios estão situados em cursos de 5ª ordem, sendo atribuída “Ordem 003”, e 2,35% dos sítios estão próximos a rios de 4ª Ordem, sendo atribuída a “Ordem 004”, conforme demonstrado na Tabela 19.

Sobre a distância dos sítios arqueológicos em relação aos recursos hídricos foram obtidos os seguintes resultados: 65,88% dos sítios estão situados até 200m de distância de um curso hídrico, sendo atribuída a “Ordem 001”; 25,88% estavam entre 201 e 400m de um curso hídrico, sendo atribuída a “Ordem 002” e 8,24% estão situados entre 401 e 800m de um curso hídrico, sendo atribuída a “Ordem 003”, ao passo que sítios com mais de 801m de distância de um curso hídrico não foram identificados na amostra, conforme demonstrado na Tabela 19.

Tabela 19 - Atribuição em relação a proximidade dos recursos hídricos

Classe	Distância hídrica	Porcentagem (%)	Ordem
1	00 – 100	32,94	001
2	101 – 200	32,94	001
3	201 – 300	12,94	002
4	301 – 400	12,94	002
5	401 – 500	5,88	003
6	501 – 600	0,00	003
7	601 – 700	1,18	003
8	701 - 800	1,18	003
9	801 - 900	0,00	004
10	901 – 1000	0,00	004
Total		100,00	

No atributo Geologia observou-se que os sítios estão associados majoritariamente à Formação Itapecuru, com 51,76%, e à Formação Barreiras, com 37,65%, sendo essas duas classes consideradas como de “Ordem 001”; a outra classe representada foram os depósitos de pântanos e mangues, com 10,59%, sendo atribuída a “Ordem 002”, conforme demonstrado na Tabela 20.

Tabela 20 - Atribuição das ordens na classe de geologia

Classe	Geologia	Porcentagem (%)	Ordem
1	Depósitos de pântanos e mangues	10,59	002
2	Depósitos Litorâneos	0,00	003
3	Formação Barreiras	37,65	001
4	Formação Itapecuru	51,76	001
5	Depósitos Aluvionares	0,00	004
<b>Total</b>		<b>100,00</b>	

Em relação à geomorfologia foi observada a predominância de sítios localizados em tabuleiros dissecados, com 45,88%, e nos tabuleiros, com 43,53%, sendo estes classificados na “Ordem 001”; seguido dos sítios que ocorreram nas planícies fluviomarinhas, com 10,59%, considerados de “Ordem 002”. As outras classes não apresentaram ocorrências na amostra, conforme apresentado na Tabela 21.

Tabela 21 - Atribuição das ordens na classe de geomorfologia

Classe	Geomorfologia	Porcentagem (%)	Ordem
1	Planícies costeiras	0,00	003
2	Planícies fluviomarinhas	10,59	002
3	Tabuleiros	43,53	001
4	Tabuleiros dissecados	45,88	001
5	Planícies fluviais ou fluviolacustres	0,00	004
<b>Total</b>		<b>100,00</b>	

Em relação à pedologia, a maioria dos sítios está concentrada em área de latossolo amarelo distrófico, com 71,76%, sendo considerada de “Ordem 001”; o restante se dividiu entre gleissolo tiomórfico órtico, com 18,83%, considerado de “Ordem 002” e argissolo vermelho-amarelo distrófico, com 9,41%, considerado de “Ordem 003”, conforme apresentado na Tabela 22.

Tabela 22 - Atribuição das ordens na classe de pedologia

Classe	Pedologia	Porcentagem (%)	Ordem
1	GJo - Gleissolo Tiomórfico Órtico	18,83	002
2	LAd - Latossolo Amarelo Distrófico	71,76	001
3	PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	9,41	003
4	RQo - Neossolo Quartzênico Órtico	0,00	004
<b>Total</b>		<b>100,00</b>	

Em relação à vegetação, observou-se que os sítios estavam associados à floresta ombrófila aberta, que pode ser considerada área de capoeira ou vegetação em recuperação e pastagens, com 56,47%, sendo considerada de “Ordem 001”; seguida de sítios situados em área de floresta ombrófila aberta, em área urbana e na periferia da cidade, além de sítios em áreas de formações pioneiras com

influência fluviomarinha e arbórea, com 21,18%, sendo estes dois últimos considerados como de “Ordem 002”, conforme a Tabela 23.

Tabela 23 - Atribuição das ordens na classe de vegetação

Classe	Vegetação	Porcentagem (%)	Ordem
1	Floresta Ombrófila Aberta – Área urbana e sua periferia	22,35	002
2	Floresta Ombrófila Aberta – Pecuária (pastagens)	56,47	001
3	Formações Pioneiras com influência fluviomarinha – arbórea	21,18	002
4	Formações Pioneiras com influência marinha – arbustiva	0,00	003
Total		100,00	

A atribuição das ordens em todas as classes dos atributos fisiográficos possibilitou modelar a AHP com base nos arquivos que já se encontravam vetorizados. Eles foram convertidos em imagens e, posteriormente, foram reclassificados na ferramenta ArcGIS 10.3 – *Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify* para geração das classes e ordens. A seguir, foi gerada uma matriz conforme o grau de prioridades e critérios estabelecidos anteriormente, conforme apresentado na Tabela 24.

Tabela 24 - Matriz de comparação pareada

Classe	Dec	Alt	Veg	Ped	Glo	Gmo	Hid
Dec	1	3	7	3	1/5	1/5	1
Alt	1/3	1	5	3	1/5	1/5	1
Veg	1/7	1/5	1	1/5	1/7	1/7	1/7
Ped	1/3	1/3	5	1	1/5	1/5	1/3
Glo	5	5	7	5	1	1	2
Gmo	5	5	7	5	1	1	2
Hid	1	1	7	3	1/2	1/2	1

Após o preenchimento da matriz de comparações, o algoritmo AHP calculou automaticamente os valores normalizados de cada variável, à soma 1, em função de suas prioridades (BERZINS, 2009). Os valores de prioridade corresponderam à influência na formação dos pesos, conforme demonstrado na Tabela 25.

Tabela 25 - Relação de pesos dos atributos, segundo o método AHP

Classe	Pesos	Pesos (%)
<i>Declividade</i>	0,1174	11,74
<i>Altimetria</i>	0,0818	8,18
<i>Vegetação</i>	0,0213	2,13
<i>Pedologia</i>	0,0511	5,11
<i>Geologia</i>	0,2990	29,90
<i>Geomorfologia</i>	0,2990	29,90
<i>Distância Hídrica</i>	0,1304	13,04

Para avaliação da consistência da categorização qualitativa da AHP foram efetuados muitos cálculos em que a Razão de Consistência (RC) deveria apresentar um valor menor ou igual à 10%. Com o autovalor ( $\lambda_{max}$ ), obteve-se um resultado igual a 7,533, sendo que o Índice de Coerência (IC) foi igual a 0,0092, visto que o número de variáveis testadas foram 7 (sete). Neste caso, o Índice Aleatório (IR) foi 1,32, de acordo com a Tabela 26.

Tabela 26 - Índices de Inconsistência Aleatória

Dimensão da matriz (n)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inconsistência Aleatória Média (IR)	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,74	1,99	2,24

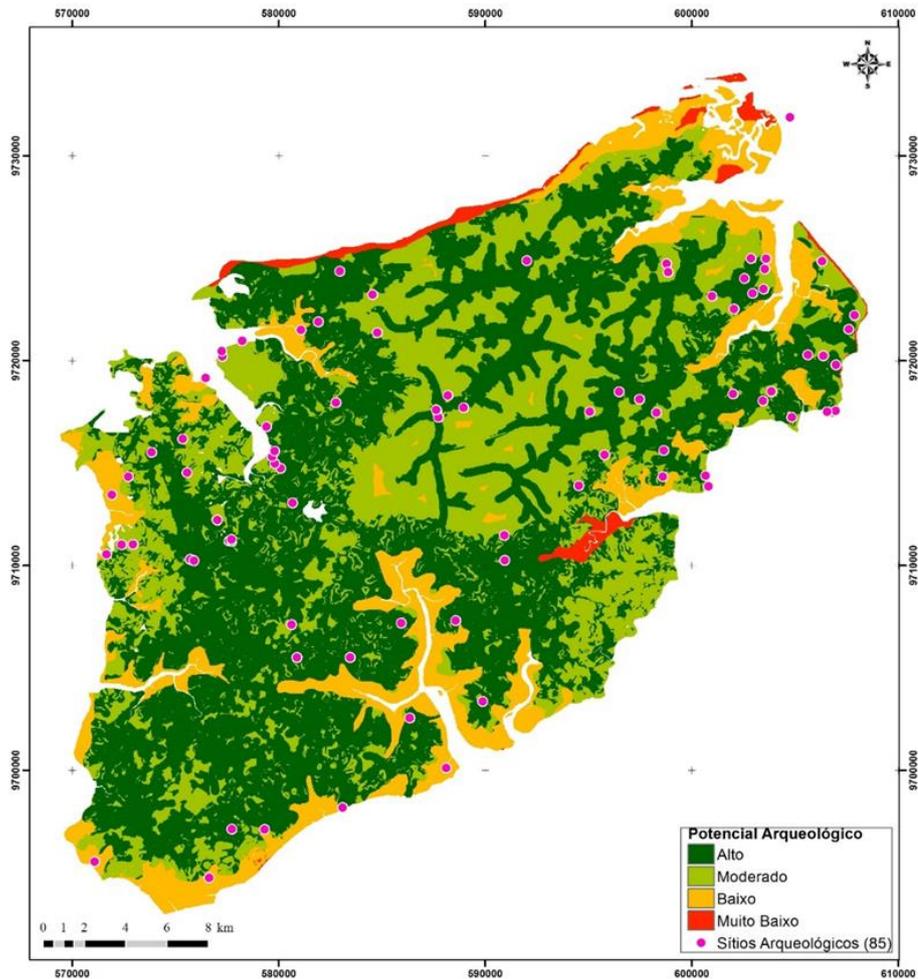
Neste caso, a Razão de Consistência (RC) foi igual a 0,0698, ficando menor que 10%, ou seja, a Razão de Consistência foi aceitável no modelo apresentado. De posse dos pesos, partiu-se para a calculadora *raster* em que foram atribuídos os mesmos pesos aos respectivos aspectos, gerando uma nova informação, que representada na ferramenta o ArcGIS 10.3, *Spatial Analyst Tools/Overlay/Weighted Sum*, gerou mapas com as áreas mais prováveis para a ocorrência de sítios arqueológicos na Ilha de São Luís.

## Discussão dos resultados

Após o geoprocessamento, modelamento e avaliação dos atributos com base nas classes apresentadas anteriormente foram elaborados os mapas com as indicações dos compartimentos mais propícios à existência de sítios arqueológicos na área de pesquisa. Na Figura 6, o mapa representa em verde-escuro as áreas com alto potencial. Nele, a validação do modelo com os sítios arqueológicos já conhecidos resultou em uma correlação de 60%, ou seja, os poucos vazios observados no mapa referem-se muito mais ao desconhecimento arqueológico do que à inexistência de sítios. Em tom verde-claro encontra-se 32% dos sítios arqueológicos já conhecidos, corroborando que esse compartimento apresenta um potencial arqueológico moderado. A faixa classificada como de baixo potencial arqueológico, representada em amarelo, situa-se na faixa praial, com forte influência das marés ou em áreas com depósitos de pântanos e mangues, onde não se evidenciam remanescentes de assentamentos humanos, mas atuam, seguramente, com os locais de captação de recursos dessas populações. Além disso, convém ressaltar a presença das camboas, já tratadas neste artigo, que também apresentam esse comportamento. Por fim, a área de muito baixo potencial

arqueológico também se associa a solos lamosos de mangue e algumas ilhas no extremo nordeste da Ilha que são formadas por florestas de mangue e com fortes incidências de marés.

Figura 6 - Mapa com o potencial arqueológico da Ilha de São Luís e a correlação com os sítios arqueológicos conhecidos



Fonte: Alencar Neto, 2015.

Após o processamento dos dados, foi realizada uma validação *in loco* do modelo preditivo com a prospecção de uma área correspondente à bacia do rio Tibiri, na baía de São José, conforme ilustrado na Figura 7. Os caminhamentos pelas áreas com diferentes potenciais arqueológicos resultaram na identificação de 12 sítios, dos quais 9 estão na área de alto potencial arqueológico, situados a uma distância máxima de 200 metros de algum curso d'água de 1ª ordem, em cotas altimétricas que vão de 0 até 50, implantados em superfícies planas até suavemente ondulada, em tabuleiros dissecados e planícies fluviomarinhas, em área da formação barreiras e de depósitos de pântanos e mangues, com latossolo e gleissolo, o que corrobora com a assertividade do modelo apresentado neste artigo. Os três sítios identificados em área de baixo potencial, por encontrar-se nos limites da baixa mar e preamar tratam-se de camboas de pescas utilizadas para aprisionamento de peixes.



Tibiri, onde foram identificados 12 sítios, dos quais nove se situavam em pelos menos cinco atributos fisiográficos elegidos na pesquisa.

Não obstante, análises estatísticas mais aprofundadas, inclusive pautada em outros métodos de modelagem devem ser elaboradas no sentido de reconhecer quais das sete variáveis poderão responder com mais acuidade ao modelo de predição de sítios arqueológicos na Ilha de São Luís, como a vegetação e solo que não responderam adequadamente as inferências.

De todo modo, extrapolando esses dados para a Ilha de São Luís considerou-se que mais de 85% de seu território pode ser considerado como de alto a moderado potencial arqueológico, sendo que os vazios observados na porção sudoeste da área de pesquisa, sobretudo nas bacias do rio dos Cachorros e Estiva ocorrem por desconhecimento arqueológico, pois não foram encontradas informações de pesquisas nesta região.

Outro aspecto a ser considerado é que a maior concentração de sítios arqueológicos coincide com a área de maior expansão urbana, desde o século XVII, principalmente no sentido noroeste a nordeste, o que inclui as bacias dos rios Bacanga, Anil, Santo Antônio e Paciência. Nestes compartimentos muitos sítios foram e vêm sendo destruídos pelo crescimento das cidades que formam a Ilha. Neste contexto, a validação do modelo de AHP vem sendo paulatinamente executada com o avanço das pesquisas em outras regiões da área de estudo, especialmente nas áreas de praias e em direção as bacias do Paciência, Tibiri e Itaqui.

Além da sistematização do conhecimento arqueológico sobre esse importante enclave entre a Amazônia e o Nordeste, a pesquisa auxilia na tomada de decisão acerca das áreas com maior probabilidade para ocorrência de sítios, evitando que estes sejam destruídos. Logo, avaliar preventivamente as áreas com grande probabilidade para ocorrências arqueológicas é um mecanismo importante para mitigação de possíveis impactos à matriz arqueológica.

Pelo exposto, o modelo preditivo pautado no método AHP mostrou-se eficaz, visto que as variáveis mais assertivas foram escolhidas e geraram mapas com alto índice de sucesso na predição para ocorrência de sítios arqueológicos, cabendo as futuras pesquisas arqueológicas validar ou não os outros compartimentos ambientais da Ilha de São Luís.

## Referências

- ABBEVILLE, C. 2002. *História da missão dos padres capuchinhos na Ilha do Maranhão e circunvizinhanças*. São Paulo, EDUSP, 363pp.
- ALENCAR NETO, W. J. L. 2015. *Modelo preditivo para identificação de áreas susceptíveis à ocorrência de sítios arqueológicos na Ilha de São Luís – Maranhão*. Monografia de Graduação em Geoprocessamento. Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Piauí. 67pp.
- BANDEIRA, A. M. 2008. *Ocupações humanas pré-históricas no litoral maranhense: um estudo arqueológico sobre o sambaqui do Bacanga na Ilha de São Luís-Maranhão*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 349pp.
- BANDEIRA, A. M. 2013. *Ocupações humanas pré-coloniais na Ilha de São Luís – MA: inserção dos sítios arqueológicos na paisagem, cronologia e cultura material cerâmica*. Tese de Doutorado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 1161pp.
- BANDEIRA, A. M. 2015. *Distribuição espacial dos sítios Tupi na Ilha de São Luís, Maranhão*. Cadernos do LEPAARQ, Pelotas: 24:60-96.
- BANDEIRA, A. M. 2016. A cerâmica Mina no Maranhão. In: BARRETO, C.; PINTO, H.; JAIMES, C. (Org.). *Cerâmicas arqueológicas da Amazônia: rumo a uma nova síntese*. Belém, pp. 147-157.
- BARBOSA, C. C. F. 1999. *Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento*. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 157pp.
- BERZINS, L. 2009. *Avaliação de desempenho pela AHP através do superdecisions: caso INMETRO*. Rio de Janeiro, Faculdades Ibmecc. 159 pp.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. 2001. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G. et al. (Org.). *Introdução à ciência da Geoinformação*. São José dos Campo, INPE, pp. 7-41.
- COSTA, H. G. 2002. *Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão*. Niterói, 104p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. *Reunião Técnica de Levantamento de Solos*. Rio de Janeiro, 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).
- GEOBANK. Disponível em: <http://geobank.sa.cprm.gov.br>. Acesso em: 10 ago. 2015.
- IBGE. Disponível em: [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm) Acesso em: 20 out. 2013.
- IBGE. Disponível em: [http://www.metadados.geo.ibge.gov.br/geonetwork\\_ibge/srv/por/main.home](http://www.metadados.geo.ibge.gov.br/geonetwork_ibge/srv/por/main.home) Acesso em: 20 out. 2013.
- IPHAN. *Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA)*. Disponível em <http://portal.iphan.gov.br/sgpa/?consulta=cnsa>. Acesso em: 27 maio 2015.
- KIPNIS, R. 1996. O uso de modelos preditivos para diagnosticar recursos arqueológicos em áreas a serem afetadas por empreendimento de impacto ambiental. In: *Atas do Simpósio sobre Política Nacional do Meio Ambiente e Patrimônio Cultural*. Goiânia, Instituto Goiano de Pré-história e Antropologia, pp. 1-19.
- KNEIP, A. 2004. *O povo da lagoa: uso do SIG para modelamento e simulação na área arqueológica do Camacho*. Tese de Doutorado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 172pp.
- MARINS, C. S. S. et al. 2009. *O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso*. Porto Seguro, pp. 1778-1788. Disponível em: <http://www2.ic.uff.br/~emitacc/AMD/Artigo%204.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2015.

- MORAIS, J. L. 1999. A Arqueologia e o fator geo. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, 9:3-22.
- MORAIS, J. L. 2000. Tópicos de arqueologia da paisagem. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, 10:3-30.
- NAZARENO, N. R. X. 2005. *SIG ARQUEOLOGIA: Aplicação em Pesquisa Arqueológica*. Tese de Doutorado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 124pp.
- OLIVEIRA, A. A. et al. 2011. *Aplicação do Método de Análise Hierárquica na tomada de decisão para a adoção de computação em nuvem*. In: Anais do Simpósio... Disponível em [http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2011/artigos/E2011\\_T00389\\_PCN38251.pdf](http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2011/artigos/E2011_T00389_PCN38251.pdf) Acesso em: 23 ago. 2015. pp. 1-16.
- PEREIRA, L. C. 2004. Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica. Jaguariúna, *Embrapa Meio Ambiente*. 36pp.
- PINESE JÚNIOR, J. F. 2010. *Aplicação do método de análise hierárquica – AHP – para a determinação da Vulnerabilidade Ambiental da bacia hidrográfica do rio Piedade, MG*. Monografia. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia. 49pp.
- SAATY, T. L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. New York, McGraw-Hill.
- SANTOS, A. R. et al. 2010. *ARCGIS 9.3 total: aplicações para dados espaciais*. Alegre, CAUFES. 184pp.
- SCHLANGER, S. 1992. Recongnizing persistente places in Anasazi settlement systems. In: ROSSIGNOL, J. & WANDSNIDER, L. (Org.). *Space, time and archaeological landscapes*. Nova York and London, Plenum Press, pp. 91-112.
- SEQUEIRA, C. M. A. G. 2009. *Modelos preditivos em SIG na localização de sítios arqueológicos de cronologia mesolítica no Vale do Tejo*, Dissertação de Mestrado. Faro, Universidade do Algarve. 133pp.
- TOPODATA. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 13 set. 2015.
- VERAS, M. 2016. *Gestão dinâmica de Projetos: LifeCycleCanvas*. Rio de Janeiro, Brasport. 182pp.