

# DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁREAS POTENCIAIS DE OCORRÊNCIA DE AÇAÍ NO BAIXO TOCANTINS-PA.

Miguel Alexandre da Cunha<sup>1</sup>, Maria Isabel Sobral Escada<sup>1</sup>, Sidnei João Siqueira Sant'Anna<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Divisão de Observação da Terra e Geoinformática, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Av. dos Astronautas, 1758 - Jardim da Granja, São José dos Campos/SP - CEP 12227-010, miguel.cunha; isabel.escada; sidnei.santanna@inpe.br.

## RESUMO

O açaí é um produto de grande importância econômica e alimentar para as populações do Nordeste do Pará. Por se encontrar abaixo do dossel florestal, o mapeamento das palmeiras de açaí é dificultado quando realizado com dados de imagens de satélite. A combinação de dados de cobertura da terra com dados hidro-topográficos possibilita produzir informações sobre áreas potenciais de ocorrência de palmeiras de açaí, considerando sua preferência por ambientes alagáveis. Para este mapeamento, utilizamos neste estudo álgebra booleana em que dados de cobertura da terra do TerraClass são combinados com dados hidro-topográficos, gerados com o algoritmo *Height Above the Nearest Drainage* (HAND). Os resultados apontam que 11% da área de estudo apresenta alto potencial de ocorrência de palmeiras de açaí, com acurácia de 66% para áreas de ocorrência e 91% para áreas de não ocorrência. Os resultados são importantes para subsidiar políticas locais relacionadas com a economia do açaí.

**Palavras-chave** – Açaí, uso e cobertura da terra, Amazônia, análise espacial.

## ABSTRACT

*Acai is a fruit of great economic and food importance for the populations of the Northeast of Pará, in Baixo Tocantins. As it is located below the forest canopy, the mapping of açaí palm trees is difficult when performed with data derived from satellite images. The combination of land use and land cover data with hydro-topographic data makes it possible to produce information on potential areas of occurrence of açaí palms, considering their preference for floodable environments. For mapping potential areas of occurrence, we used Boolean algebra in this study. Land cover data from TerraClass is combined with hydro-topographic data generated with the Height Above the Nearest Drainage (HAND) algorithm. The results of this analysis show that 11% of the study area has a high potential for occurrence, with accuracy of 66%. This information is important to support the elaboration of public policies related to the açaí economy.*

**Key words** – Acai, Land use and Land cover, Amazon, Spatial Analysis.

## 1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia, o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) integra a paisagem das florestas de várzeas, ilhas e estuários, sendo

a base da alimentação da população local em conjunto com o peixe e a farinha. Além da alimentação, o açaí tem uma grande importância econômica para as famílias ribeirinhas [1], [2], [3]. No estado do Pará, o açaí é responsável pela produção de cerca de 640 mil toneladas, representando cerca de 89% de toda produção da região norte [4].

Com o interesse na comercialização e produção do fruto nos últimos anos devido à crescente demanda regional e internacional, a extração do açaí que originalmente era realizadas em áreas de ilhas e várzeas, passou-se a ser realizada também em ambientes de terra-firme por meio do plantio, irrigação, uso de técnicas, maquinários e insumos, em condições controladas pela indústria.

Em estudos desenvolvidos pelo economista Francisco de Assis Costa [5], dois agentes são fundamentais e estão presentes nos sistemas agrários da Amazônia: o camponês e o patronal. Os camponeses são os maiores responsáveis pela produção de açaí, cujo manejo baseia-se no conhecimento do bioma, enraizado em sua cultura local. Sua produção chega a representar cerca de 64% da produção total da Amazônia [6].

No entanto, os camponeses não são os únicos responsáveis pela produção do fruto. Diante da atual lucratividade e do mercado favorável à venda do açaí, os modos de produção do açaí foram ampliados para se adaptar às novas condições ambientais. Em função do desenvolvimento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) de variedades de açaí irrigado (BRS-Pará e BRS-Pai d'Égua), comumente envolvendo consórcios com outras espécies frutíferas como o cacauieiro (*Theobroma cacao*), o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) e/ou espécies de cultivos semi-perenes, como a pimenta-do-reino [7].

Tendo em vista o uso de dados de sensoriamento remoto para produzir informações com respeito às áreas de ocorrência de palmeiras de açaí, algumas dificuldades são encontradas na sua identificação e mapeamento, dentre elas destacam-se: (i) ocorrência de outras espécies de palmeiras com assinatura espectral semelhante à palmeira de açaí; (ii) a diversidade de ambientes em que se encontram as palmeiras; (iii) a diferença de altura ou estágio de desenvolvimento das estirpes das palmeira de açaí, frequentemente abaixo do dossel florestal, dificultando o mapeamento por sensores ópticos; (iv) resolução espacial pouco adequada de imagens com livre-acesso, como Landsat ou Sentinel (30, 20, 15 e 10 metros).

Dada a importância econômica do açaí, torna-se cada vez mais importante o desenvolvimento de metodologias que possibilitem conhecer a sua distribuição espacial. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo apresentar uma metodologia para a representação espacial das áreas potenciais de ocorrência de açaí, utilizando dados de

uso e cobertura da terra derivados do TerraClass e dados de ambientes hidro-topográficos obtidos a partir do algoritmo *Height Above the Nearest Drainage* (HAND). Essa combinação de dados, aliada ao uso do operador algébrico booleano possibilita gerar um indicador de áreas potenciais de ocorrência de açaí. Importante destacar que esse indicador refere-se às áreas de ocorrência de açaí em ilhas e várzea e não ao açaí plantado nas áreas de terra-firme.

### 1.1. Área de estudo

A área de estudo compreende a porção nordeste do Pará, delimitada territorialmente pelos municípios de Cametá, Mocajuba, Baião, Abaetetuba e Igarapé-Miri. A região é banhada pelo rio Tocantins e seus afluentes, possuindo projetos de Assentamentos Agroextrativistas (PAE), Reservas Extrativistas, Quilombolas e Áreas Indígenas. A Figura 1 apresenta a área de estudo.

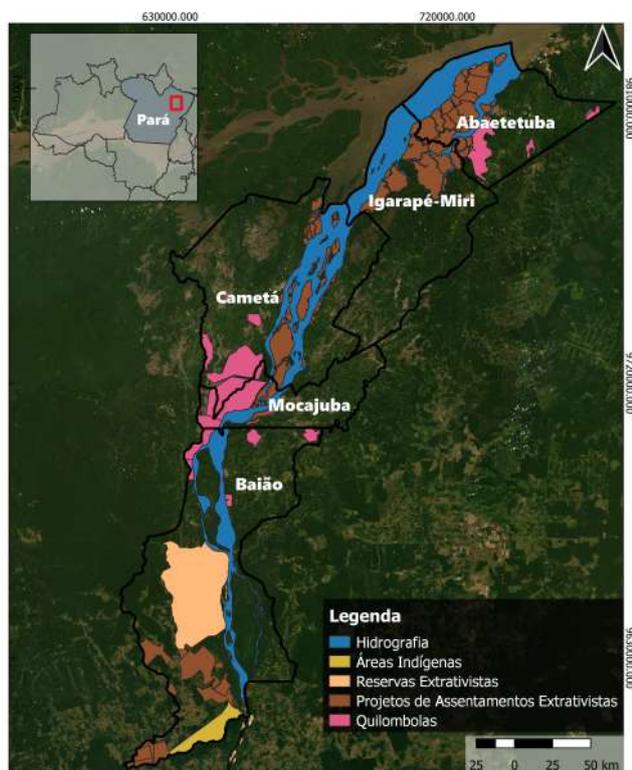


Figura 1: Localização da área de estudo.

A produção camponesa nos municípios de estudo, não se encontra restrita unicamente à produção de açaí, também apresenta outros sistemas tecno-produtivos relacionados com a produção de mandioca, pimenta-do-reino, arroz, milho etc. Alguns desses cultivos podem ser encontrados em sistemas agroflorestais ou em consórcios [6].

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A representação espacial das áreas potenciais de ocorrência de palmeiras de açaí iniciou-se pela etapa de preparação da base de dados. As classes de floresta primária, vegetação secundária, não-floresta, hidrografia e outros usos da terra foram adquiridas do projeto TerraClass para o ano de 2014.

A partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) de 30 metros e do algoritmo HAND, implementado no TerraHidro, foi possível extrair a rede de drenagem dos municípios de estudo. Entretanto, escolher arbitrariamente a área de contribuição de cada nascente pode originar uma rede de drenagem superestimada ou subestimada.

O algoritmo HAND é um descritor do terreno que utiliza um limiar escolhido dentro das células de drenagem para gerar uma rede de drenagem. Para gerar uma rede de drenagem mais densa, o valor do limiar deve ser menor, considerando o range fornecido pelo sistema (nível de detalhamento maior, com as células mais preenchidas) e para uma drenagem menos densa, utiliza-se um limiar maior (nível de detalhamento menor) [8]. O valor do limiar pode variar entre números inteiros sendo maior do que 1.

Pensando nisso, Pinheiro, Rennó e Escada [9] propuseram uma metodologia que define os limiares da rede de drenagem considerando as características das Unidades Geomorfológicas (UGs). Este procedimento foi utilizado neste trabalho, sendo escolhido de forma empírica um limiar para cada uma das 6 UGs que formam a região: Tabuleiros paraenses (90), Tabuleiros do xingu (110), Planície amazônica (90), Patamar (90), Terraços fluviais (110) e Leque aluvial (240).

A distância vertical entre os pontos da grade (obtidos nas células de drenagem) e a drenagem mais próxima foi calculada para cada uma das UGs, gerando-se por meio de fatiamento, quatro ambientes: áreas de baixio (0 a 3 metros) onde os solos são encharcados ou úmidos, áreas de transição (3 a 5 metros), áreas de vertente (5 a 8 metros) onde os solos são influenciados pela sazonalidade dos rios, áreas de platô ou terra-firme (acima de 8 metros). Tanto as informações do TerraClass quanto o resultado dos ambientes hidro-topográficos foram combinados a partir da álgebra de mapas, adotando a operação booleana no programa LEGAL do Spring. A Tabela 1 mostra como foram organizadas as regras, adaptando-se e aprimorando-se o procedimento estabelecido por Souza et al. [10].

Classes	Ambientes hidro-topográficos e potencial de ocorrência de açaí			
	Baixio	Transição	Vertente	Platô
FP	Alto	Alto	Moderado	Baixo
VS	Alto	Alto	Moderado	Baixo
OTR	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo

Tabela 1: Combinação das classes Floresta Primária (FP), Vegetação Secundária (VS) e Outros usos da terra (OTR), com as classes de Ambientes hidro-topográficos, a partir de operações lógicas de álgebra booleana.

As regras apresentadas na Tabela 1 estabelecem níveis de potencial ocorrência de palmeiras de açaí associados à combinação de classes de uso e cobertura da terra com diferentes tipos de ambientes hidro-topográficos, gerados pelo algoritmo HAND. Se as classes de floresta primária ou vegetação secundária ocorrerem em áreas de baixio ou transição, serão consideradas como alto potencial de ocorrência de açaí.

Se as classes de floresta primária ou vegetação secundária ocorrerem em áreas de vertente, serão classificadas como moderado potencial de ocorrência de açaí, e se ocorrerem em áreas de platô, implicará em regiões com baixo potencial de ocorrência de açaí. Por outro lado, se a área apresentar classes de não-floresta, hidrografia e/ou outros usos da terra, o potencial será nulo.

Para avaliar o resultado obtido, foi utilizado pontos de coordenadas de imagens do DJI Phantom 3, obtidas em expedições de campo pelo Laboratório de investigação em Sistemas Socioambientais (LiSS-INPE) nos municípios de Cametá, Mocajuba e Baião para o ano de 2019. Cada ponto representa uma imagem obtida em campo, sendo utilizadas 1.648 imagens no total.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O procedimento de classificação baseado em dados do TerraClass e de ambientes hidro-topográficos, possibilitaram espacializar e identificar as áreas potenciais de ocorrência de açaí, conforme demonstrado na Figura 2. Foram mapeados 348.115 ha (9%) da classe alto potencial, 90.832 ha (2%) da classe moderado potencial e 226.076 ha (7%) da classe baixo potencial de ocorrência de açaí.

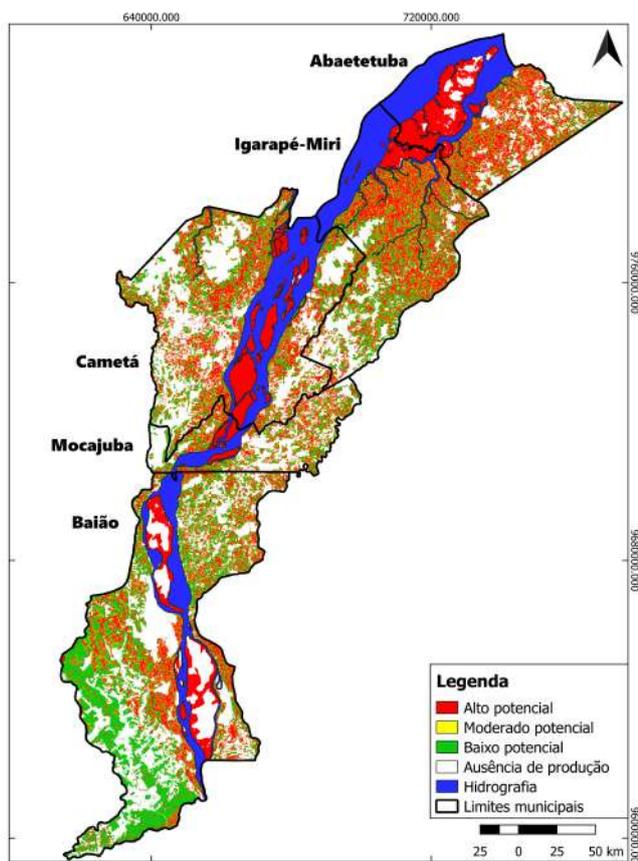


Figura 2: Áreas potenciais de ocorrência de açaí na região do Baixo Tocantins, Pará.

Das imagens indicadas como presença de palmeiras de açaí, 608 apresentaram correspondência com a classe alto potencial, 130 foram classificadas como moderado potencial, 260 foram classificadas como baixo potencial e 516 foram apontadas como ausência. Isso significa que 66%

das imagens foram corretamente consideradas com algum potencial de ocorrência.

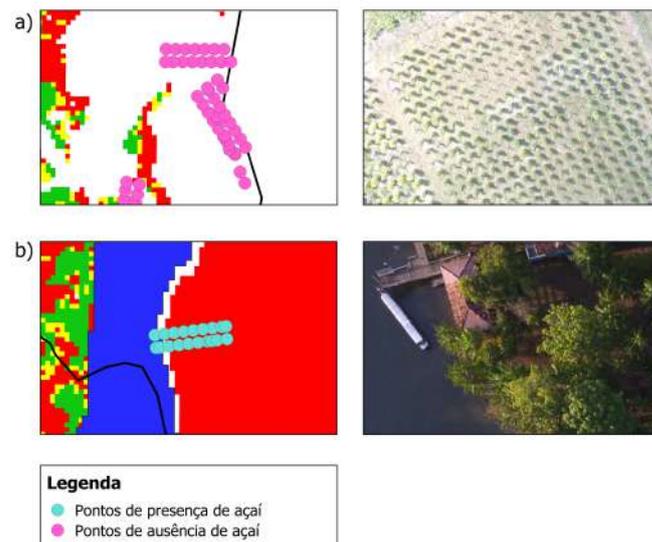


Figura 3: Exemplos de ocorrência e ausência da produção de açaí: a) área destinada à produção de pimenta-do-reino; b) área destinada à extração de açaí na várzea do rio Tocantins.

Nas imagens apontadas como ausência de palmeiras de açaí, 04 apresentaram relação com a classe alto potencial, 01 foi classificada como moderado potencial, 06 foram classificadas como baixo potencial enquanto 123 foram confirmadas como ausência, com 91% de acerto. É de se ressaltar, que a diferença temporal entre a classificação (2014) e as imagens de drone (2019) podem ter afetado as análises (Figura 3). Os limiares de drenagem utilizados também podem ter afetado o indicador de potencial ocorrência de palmeiras de açaí, assim recomenda-se realizar uma análise de sensibilidade testando diferentes limiares de extração da drenagem e seu impacto na geração do indicador.

### 4. CONCLUSÕES

Neste trabalho buscou-se apresentar uma metodologia para a geração de um indicador espacial de potencial ocorrência de palmeiras de açaí, a partir da combinação de dados de uso e cobertura da terra com dados hidro-topográficos. Novas camadas de dados bem como análise de limiares de extração de drenagem podem ser incluídos na metodologia para a melhoria do indicador e de sua acurácia.

Considerando a grande importância da economia do açaí na região analisada, este trabalho contribui para a geração de um modelo de representação espacial que dialogue e evidencie as formas de produzir açaí na Amazônia, suas heterogeneidades e distribuição espacial. A espacialização do indicador de potencial ocorrência é importante para auxiliar a pensar em estratégias econômicas e territoriais que buscam promover políticas de desenvolvimento que incluam a população na economia regional, estimulando e fortalecendo atividades que auxiliem na conservação dos recursos florestais, mantendo-se os modos de vida dos camponeses da Amazônia.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo nº: 161264/2021-2) e ao Laboratório de investigação em Sistemas Socioambientais (LiSS-INPE).

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] E. S. Brondizio. *The Amazonian caboclo and the açai palm: forest farmers in the global market*. The New York Botanical Garden Press, Bronx, NY, 2008.
- [2] O. L. Nogueira and A. K. O. Homma. Análise econômica de sistemas de manejo de açaiuais nativos no estuário amazônico. *Documentos*, v.128: pp.38, 1998.
- [3] M. de P. Tagore, M. D. A. Monteiro, and O. A. Do Canto. A cadeia produtiva do açai: estudo de caso sobre tipos de manejo e custos de produção em projetos de assentamentos agroextrativistas em abaetetuba, pará. *Organizações e Sustentabilidade*, v.8: pp.99, 2020.
- [4] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção agrícola municipal. 2018. Disponível em: <<https://metadados.ibge.gov.br/consulta/estatisticos/operacoes-estatisticas/VS>>. Acesso em: 02 agost. 2022.
- [5] F. de A. Costa. Trajetórias tecnológicas como objeto de política de conhecimento para a amazônia : uma metodologia de delineamento. *Revista Brasileira de Inovação*, v.1: pp.35–86, 2009.
- [6] F. de A. Costa. Complex, diverse, and changing agribusiness and livelihood systems in the amazon. *Science Panel for the Amazon*, v.15: pp.7, 2021.
- [7] A. R. Souza, M. I. S. Escada, R. de F. B. Marujo, and A. M. V. Monteiro. Cartografia do invisível: Revelando a agricultura de pequena escala com imagens rapideye na região do baixo tocantins, pa. *Revista do Departamento de Geografia*, v.38: pp.137-153, 2019.
- [8] C. D. Rennó and et al. Hand, a new terrain descriptor using srtm-dem: Mapping terra-firme rainforest environments in amazonia. *Remote Sensing of Environment*, v.112: pp.3469-3481, 2008.
- [9] T. F. Pinheiro, C. D. Rennó, and M. I. S. Escada. Utilização de um novo algoritmo descritor de terreno para o mapeamento de ambientes de terra firme na amazônia. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, v.14: pp.6069-6076, 2009.
- [10] A. R. Souza, M. I. S. Escada, G. V. S. S. Santos, and A. M. V. Monteiro. Cartografia do açai: Representação espacial de áreas potenciais de ocorrência de açai no baixo tocantins, nordeste do pará. *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2019.