

Mapeamento da palmeira de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) na floresta Amazônica utilizando imagem de satélite de alta resolução espacial

Cunha, Miguel Alexandre; Costa, Sandra Maria Fonseca da

 **Miguel Alexandre Cunha**

miguelcunha@gmail.com

UNIVAP, Brasil

 **Sandra Maria Fonseca da Costa**

UNIVAP, Brasil

Revista Espinhaço

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

ISSN-e: 2317-0611

Periodicidade: Semestral

vol. 9, núm. 2, 2020

revista.espinhaco@gmail.com

Recepção: 04 Novembro 2020

Aprovação: 15 Dezembro 2020

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/485/4852512004/index.html>

Resumo: O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) possui enorme importância econômica para diferentes municípios da Amazônia. Pesquisas atestaram o quanto sua produção auxilia na composição da renda de várias famílias. Neste aspecto, estudos que avaliem sua dinâmica espacial são cruciais para a compreensão do valor econômico e social do produto. Entretanto, seu mapeamento é tarefa difícil dado o seu tamanho e sua ocorrência na floresta. Considerando estes aspectos, esse artigo apresenta um mapeamento do açazeiro, em uma área da ilha de Marajó, Pará, a partir da interpretação visual do açazal, na imagem de satélite com alta resolução espacial. Foram utilizados dados do PRODES-INPE, combinados com as classificações automáticas IsoCluster e MAXVER. Os resultados demonstram que há uma superioridade e detalhamento do mapeamento ITC (individual tree crowns), com relação aos outros métodos, confirmado pelo índice Kappa. Entretanto, ainda se observa uma ausência de acurácia das classificações automáticas em relação ao mapeamento dos açazeiros.

Palavras-chave: Açaí, classificação automática, classificação visual, Amazônia.

Abstract: Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) has enormous economic importance for different municipalities in the Amazon. Researches have shown how much their production helps in the composition of the income of several families. In this regard, studies that assess its spatial dynamics are crucial for understanding the economic and social value of the product. However, mapping is a difficult task given its size and occurrence in the forest. Considering these aspects, this paper presents a mapping of the açazeiro, in an area Marajó Island, Pará, using visual interpretation of the açazal, in high spatial resolution satellite image. PRODES-INPE data were used, combined with the automatic classifications IsoCluster and MAXVER. The results demonstrate there is a superiority and detail in the ITC (individual tree crowns) mapping. In relation to other methods, confirmed by the Kappa index. However, there is an absence of accuracy of automatic classifications in relation to the mapping of açazeiros.

1. Introdução

As atividades extrativistas não madeireiras, são importantes para a economia local e possibilitam a conservação dos recursos florestais (Souza et al., 2020). Costa (2009) e Brondízio (2018) fortalecem a importância dos sistemas agroflorestais (SAFs) para a qualidade ambiental, social e econômica das populações tradicionais, embora existam correntes contrárias. Uma vez que o extrativismo não inclui técnicas modernas de cultivo e tecnologia, como as atividades agropecuárias (comodities), embora, essa atividade é considerada pouco importante para o desenvolvimento da Amazônia (Costa et al., 2018).

A composição de produtos extraídos da floresta mudou ao longo do tempo pelas comunidades tradicionais, em decorrência do mercado e da economia nacional (Nogueira, 1997). Na bacia Amazônica, a flora de palmeiras compreende cerca de 35 gêneros, compostos por mais de 170 espécies (Alvarez et al., 2018), das quais 96 espécies são manejadas para fornecer uma variedade de produtos como frutos e palmitos, algumas espécies apresentam enorme importância econômica para as pequenas cidades, como é o caso do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) (Bernal et al., 2011; Costa et al., 2012).

Considerando o estado do Pará, em especial o município de Ponta de Pedras, onde essa palmeira é abundante e seu fruto essencial para a dieta alimentar da população e para a economia local, em 2018, a produção de açaí foi de 6.250 toneladas do fruto (IBGE, 2018). Brondízio (2018) explica que o fruto, há tempos, deixou de ser caracterizado como produção extrativista, sendo considerado um manejo efetuado pelos produtores. O cultivo de açaí, no entanto, inclui riscos ambientais decorrentes da intensificação de sua produção, devido à valorização do fruto no mercado externo (Souza et al., 2020).

O açaí é comercializado in natura para feiras locais e indústrias, responsáveis pela exportação de sua polpa para outras regiões do Brasil e para o exterior. O predomínio do fruto em áreas de várzea e igapó, ocorreu indiretamente, uma vez que foram influenciados pela dinâmica da maré e por transbordamento fluvial pelo excesso de chuva (Pereira, 2007).

O ambiente da floresta de várzea serve como suporte socioeconômico para as populações dos municípios do arquipélago do Marajó, que vivem literalmente sobre as várzeas, sendo adaptados a plantarem sobre ambientes frágeis e de difícil recuperação uma vez alteradas pela intervenção humana, a remoção da cobertura vegetal pode levar a perda do habitat, devido à importância ecológica e estrutural desse ecossistema (Hiraoka, 1992; Junk, 1997).

Ao analisar em imagens de satélite, o açazeiro é quase sempre incluso em outras classes relacionadas com vegetação secundária e floresta (Souza et al., 2020). A metodologia utilizada pelos sistemas de monitoramento atuais, é baseada em técnicas de classificação digital, dificultando a diferenciação dos açazeiros. Sendo também necessário, o conhecimento empírico para delimitar a área referente ao uso do solo, com o objeto presente em diferentes tipos de imagens (Duric et al., 2014).

Na visão de Tagore et al. (2018), políticas públicas como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) com foco na produção de açaí, estudo de caso em Abaetetuba, Pará, tem provocado alterações no ambiente

natural, resultando na mudança na configuração da paisagem, eliminação de espécies que protegem as margens das áreas de várzea.

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo apresentar mapeamento que diferencie a mata arbórea das palmeiras, características do açazeiro, na floresta de várzea amazônica. Considera-se que, em função da importância econômico da produção de açaí, isso tem causado um aumento da área de manejo da palmeira, portanto, monitorar essa plantação é importante para possibilitar discussões sobre biodiversidade.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

Para a realização deste trabalho foi selecionada, de forma manual, um módulo referente a uma área de 25 quilômetros quadrados (km²), referente à comunidade do rio Fortaleza (732852E, 9853342N) no município de Ponta de Pedras, estado do Pará, localizado na região estuarina do rio Amazonas (Figura 1).

A comunidade é uma das maiores concentradoras de minifúndios (sítios de produção familiar), destinados à produção de açaí (Costa et al., 2012), encontrando-se aproximadamente, a 30 km da área urbana do município, em um percurso que se estende por uma hora, acesso possível apenas por intermédio de transporte fluvial. O município foi considerado, em 2011, o terceiro maior produtor nacional de açaí (Costa et al., 2017).

De acordo com o IBGE (2013), 4% dos municípios da Amazônia Legal colhem mais de mil toneladas/ano de açaí, sendo que os municípios que se encontram no estuário do rio Amazonas são responsáveis por 44 % da produção nacional (Costa et al., 2017, p.12).

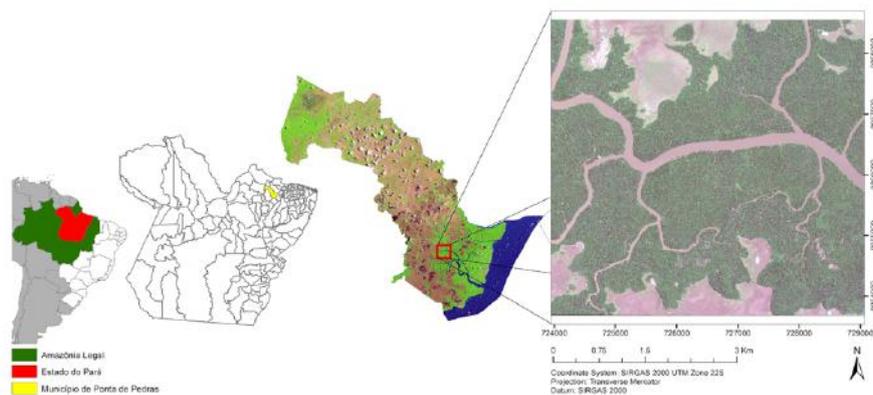


Figura 1. Localização do município de Ponta de Pedras, estado do Pará.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

2.2 Dados utilizados e procedimentos metodológicos

Foi adquirida uma imagem de satélite Geoeye, com 5º centímetros (cm) de resolução espacial, obtida no dia 21 de julho de 2009, nas faixas espectrais: Bandas 1 (450-510 nm), Banda 2 (510-580 nm) e Banda 3 (655-690 nm). Com as três imagens, se obteve uma composição colorida da área de estudo

e procedeu-se à extração de informação, por meio da interpretação visual. O processo de interpretação visual seguiu os procedimentos usuais de interpretação de uma imagem de satélite, realizada em um tempo maior do que a classificação automática (8 meses e uma semana, respectivamente).

A interpretação visual exige treinamento. Por isso, transpor passo a passo cada uma das etapas leva o usuário a se familiarizar com os critérios de observação e diminuir o caráter subjetivo da interpretação (Panizza e Fonseca, 2011, p. 37).

Segundo Soares Filho (2000), a interpretação visual tem como objetivo a obtenção de um mapa temático, o qual, nesse caso, refere-se a um mapeamento dos açais. Ao realizar esse mapeamento, levou-se em consideração o elemento forma, relacionado à feição do alvo, isto é, a forma como o elemento textural está disposto espacialmente (Figura 2a).

A palmeira do açá apresenta um aspecto radial (Figura 2b), quando observada por um sensor remoto, fato não levado em consideração pelos métodos de classificações digitais usuais. Para verificar se a classificação automática produz resultados tão bons quanto a interpretação visual, ou ao menos apresenta resultados satisfatórios, estatisticamente, utilizamos dois métodos: classificação supervisionada e não-supervisionada.

A supervisionada é quando a regra de decisão utilizada é por Máxima Verossimilhança (MAXVER) (Figura 3b), a partir da semelhança de cada pixel das amostras (Domiciano et al., 2019). A não-supervisionada, é gerado pelo algoritmo Iso Cluster, que assume que cada grupo representa a distribuição de probabilidade de uma classe (Mather, 2004) (Figura 3a).

Em análise da composição colorida, foi possível observar quatro classes (feições) de uso e cobertura da terra diferentes: corpo d'água, floresta, açais e solo exposto (Figura 3). Após a realização de classificações, é importante avaliar o grau de exatidão, ou seja, o quanto, estatisticamente, a classificação se aproxima da realidade mapeada. Congalton e Mead (1983) explicam que a matriz de similaridade é utilizada para avaliar o desempenho da classificação.

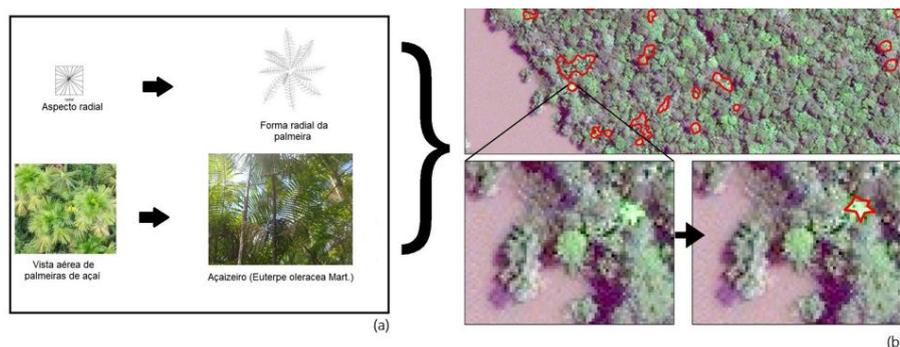


Figura 2. Identificação dos açais na imagem de satélite: (a) Elementos de interpretação, apresentando a forma radial e como a palmeira de açá se apresenta em campo; (b) Procedimento de interpretação visual.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A classificação automática de imagens de satélite é considerada uma estatística discreta porque os dados classificados pertencem a uma classe de uso e cobertura da terra ou não.

Segundo Congalton et al. (1983), um pixel pode ser classificado como reflorestamento ou água, e não metade um e metade a outra classe.

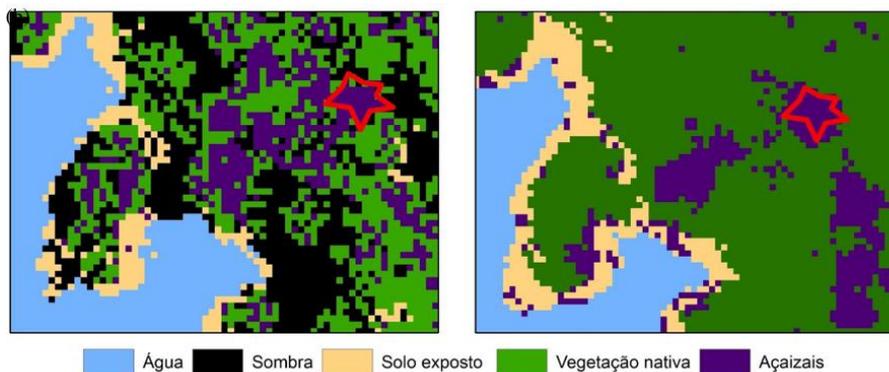


Figura 3: Classificação não-supervisionada (a) e supervisionada (b) e as classes encontradas se sobrepondo a área ocupada pela palmeira de açai (em vermelho).

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A estatística Kappa (K) é utilizada como uma medida de exatidão de classificação, de imagens de satélite, pois, segundo Rosenfield e Fitzpatrick-Lins (1986), produz uma boa avaliação do grau de concordância entre classes de uma matriz de similaridade. Dallemand (1987) afirma que essa estatística inclui, ao mesmo tempo, a porcentagem de identificação correta da classificação e o erro de inclusão. Landis e Koch (1977) explicam que o cálculo da estatística Kappa é realizada, conforme mostra a Eq. (1):

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{p_o - p_e}{1 - p_e} \\
 &= 1 \frac{1 - p_o}{1 - p_e}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Eq. (1)

Tabela 1. Nível de Concordância, a partir da Estatística Kappa.

Valor do Coeficiente	Nível de Concordância
< 0	Não existe
0 – 0,20	Mínima
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Substancial
0,81 – 1,0	Perfeita

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977).

onde K é o índice Kappa, p_o é a taxa de aceitação relativa, p_e é a taxa hipotética de aceitação. Para Landis e Koch (1977), os valores de Kappa podem ser ordenados de acordo com a Tabela 1, segundo os autores, embora as divisões propostas sejam claramente arbitrárias, elas fornecem "referências" úteis para análise da exatidão de classificação.

Para a composição da matriz de confusão, foram confrontados os mapas de uso e cobertura da terra produzidos pelos classificadores automáticos com as classes definidas pelos autores com base na composição colorida. Por meio do ArcMap, foram sorteados 250 pontos, distribuídos de forma estratificada, entre as quatro classes obtidas por meio da classificação automática MAXVER e 500 pontos para classificação Iso Cluster.

3. Resultados e discussão

3.1 Mapeamento Manual

O mapeamento da copa de árvores individuais (individual tree crowns - ITCs), realizado para o módulo estudado, gerou 15.548 polígonos, representando os açais. Para fins de comparação, para essa área, o INPE, por meio do projeto PRODES, mapeou 19.43 km² de floresta, sem diferenciar os açais e os corpos d'água, o que representa 78% do total da área do módulo. Foi possível observar que, na área considerada como floresta pelo INPE, há 1,74 km² de açais, representando 9% dessa área mapeada (Figura 4).

Constata-se que a expansão da área de produção de açaí, não acontece somente na comunidade, mas em todo o município. Expansão que não fica explicitada nos mapeamentos do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal (PRODES) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) de em função da escala de mapeamento do projeto, de 1:100.000 (INPE, 2019), o que não permite a separação entre a área de floresta e as áreas de produção de açaí.

A superioridade e detalhamento da classificação obtida, por meio da interpretação visual, estão relacionados ao fato de que esta metodologia leva em consideração o contexto de inserção do pixel, conforme sugerido por Sothe (2015), o que permitiu discriminar a classe açazeiro mais facilmente. O rio que nomeia a comunidade do Fortaleza, é a principal via de circulação. Ao adentrar o rio, é possível compreender sua largura, entre 80 e 200 metros, e nota-se que é muito extenso (Figura 4), possuindo, aproximadamente, 15 km.

As residências dos moradores estão localizadas à beira rio, o que caracteriza aquela população como ribeirinha. Predominantemente, são residências de madeira, as palafitas, adaptadas ao ritmo das águas. A vegetação é predominantemente densa, contendo vários açais, buritizeiros, samaumeiras (Figura 5) e outras espécies vegetais e frutíferas.

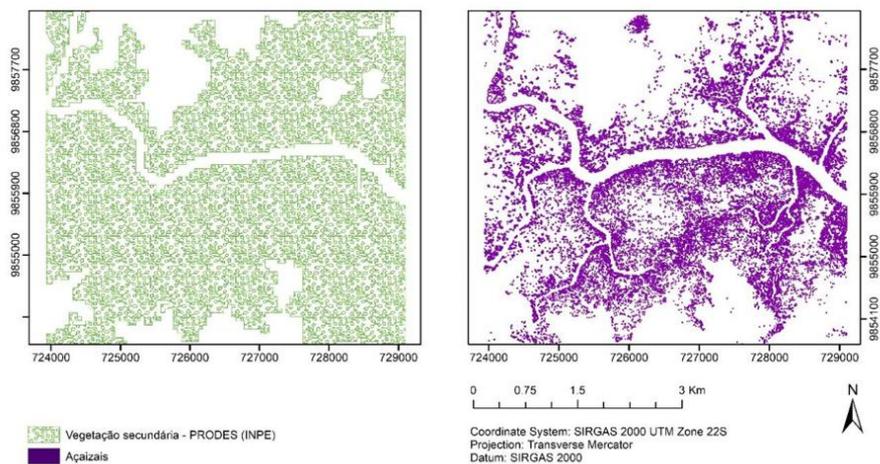


Figura 4: Mapeamento PRODES (a) x Interpretação Visual (b).

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).



Figura 5. Comunidade do Rio Fortaleza em Ponta de Pedras, Pará: (a) Floresta de várzea; (b) Moradia ribeirinha; (c) Percurso fluvial para a comunidade; (d) Produção de açai em sistemas agroflorestais

Fonte: Acervo particular dos autores (julho de 2019)

O açazeiro ocorre entremeado na floresta de várzea, o que, em um processo de mapeamento, utilizando escalas menores, favorece sua diluição em meio a classes que predominam no ambiente. A identificação da palmeira, nesse aspecto, se torna uma atividade bastante trabalhosa.

A partir da constatação da dificuldade em se separar a área ocupada com produção de açai e floresta, optou-se por realizar uma classificação automática, para avaliar se esse procedimento de extração de informação de imagens de satélite fornece um mapeamento temático mais rápido, próximo da realidade e tão eficiente quanto o mapeamento obtido por meio da interpretação visual.

3.2 Classificação Automática

Da aplicação dos algoritmos foram obtidas as classificações de uso e ocupação da área de estudo. Os mapas temáticos produzidos pelos algoritmos Iso Cluster e Máxima Verossimilhança estão expostos na figura 6. Nos mapas constam, também, os pontos de amostragem utilizados para avaliar a exatidão da classificação, por meio da matriz de confusão do índice Kappa.

Em relação às classificações, foram obtidas quatro classes de uso e cobertura da terra, considerando as características da área estudada: corpo d'água, floresta, açcaizais e solo exposto. Na Tabela 2, são apresentados os resultados das classificações, em relação a área ocupada por cada classe, de acordo com o método classificador.

A Tabela 2 permite perceber que a classificação não supervisionada (Iso Cluster) forneceu um resultado, em relação à área de floresta, 50% menor, considerando os resultados do PRODES. A classificação supervisionada (MAXVER) apresentou um resultado próximo ao do PRODES, 20% menor.

Tabela 2. Área ocupada pelas classes mapeadas, em km².

Classes	Iso Cluster	MAXVER	PRODES	MANUAL
Vegetação	9,8	15,3	19,4	-
Sombra	5,3	0,0	-	-
Açaizal	3,4	3,5	-	1,7
Corpos d'água	1,9	1,8	-	-
Solo exposto	4,6	4,4	-	-
Total	25,0	25,0	25,0	25,0

Fonte: Organização dos autores (2020).

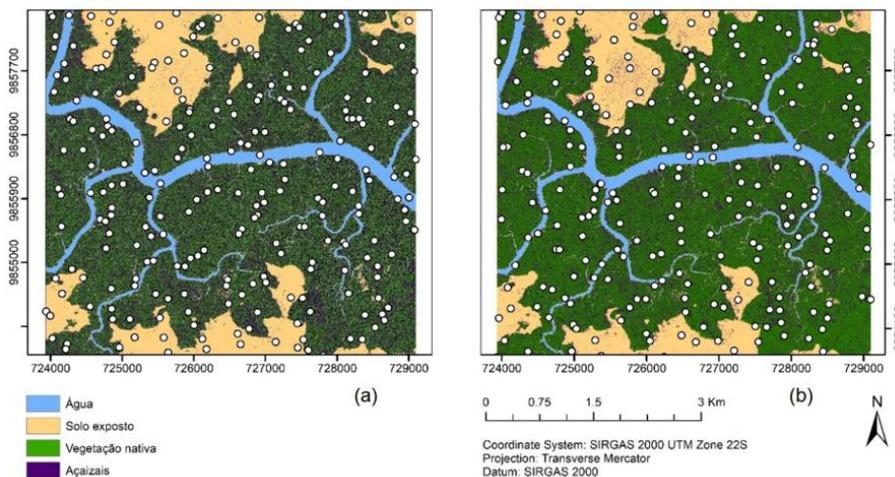


Figura 6. Classificação obtida pelo algoritmo Iso Cluster (a) e MAXVER (b).

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Observando as duas classificações, visualmente (Figura 6), constata-se uma aproximação de limites entre as classes de uso e cobertura da terra. Entretanto, o

detalhe da figura 3 explicita que, na classificação Iso Cluster, a área de vegetação foi mesclada com informações de sombra, o que explica o resultado da Tabela 2.

Em relação à área mapeada como açazal, os resultados da Tabela 2 demonstram que há uma superestimação da área ocupada, nas duas classificações, que ultrapassaram em 100% a área encontrada no mapeamento da interpretação visual. Nesse sentido, ressalta-se que somando a área de floresta com a de açazal, os resultados da classificação MAXVER ficam muito próximos dos resultados do PRODES, para floresta (18,8 km²).

O método MAXVER não distinguiu, na classificação, o tema Sombra, problema este não observado na classificação gerada utilizando o classificador Iso Cluster, em que foram separadas cinco classes, definidas previamente. No entanto, ambos os classificadores não apresentaram uma boa acurácia, possivelmente, pelo fato de não realizarem a segmentação, como em outros softwares, a exemplo do Spring (INPE) (Nascimento et al., 2016).

Assim, para avaliar a exatidão das classificações realizadas, optou-se por uma análise da estatística Kappa, a partir dos estudos de Rosenfield e Fitzpatrick-Lins (1986), Dallemand (1987) e Landis e Koch (1977).

3.3 Exatidão das Classificações

Exatidão das Classificações Para calcular a exatidão das classificações, foi utilizada a estatística Kappa, calculada a partir do grau de concordância com a classificação visual, que produzida com a extração das áreas de açazeiros, existentes no módulo de estudo. O índice Kappa faz uso de uma matriz de confusão, para cruzar informações estimadas, obtidas na imagem classificada automaticamente, com informações reais, considerado nessa pesquisa o mapa resultante da interpretação visual. O resultado obtido com o índice deve variar de 0 a 1, e indica a probabilidade de um pixel de referência ser classificado corretamente.

Nesse sentido, foram utilizadas as duas imagens classificados por meio do classificador Iso Cluster e MAXVER. Essas imagens foram comparadas com a verdade terrestre (interpretação visual), que contém 2 classes: açazeiros e não açazeiros. As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados obtidos por meio do cálculo da estatística Kappa, levando em consideração um nível de significância igual a 0,05.

Tabela 3. Avaliação da acurácia da classificação Iso Cluster.

	Classe	Classificação Iso		Somatório
		Açazeiro	Não-Açazeiro	
Verdade Terrestre	Açazeiro	30	272	302
	Não-Açazeiro	02	196	198
	Acurácia total	0,45		

Fonte: Dados da classificação automática (2020).

Tabela 4. Avaliação da acurácia da classificação MAXVER.

	Classe	Classificação MAXVER		
		Açaizeiro	Não-Açaizeiro	Somatório
Verdade Terrestre	Açaizeiro	9	30	39
	Não-Açaizeiro	68	393	471
	Acurácia total	0,80		

Fonte: Dados da classificação automática (2020).

A partir do cálculo do índice Kappa, observou-se que existe concordância entre as classificações obtidas, por meio dos classificadores ISO-Cluster do MAXVER. Entretanto, de acordo com a proposta Landis e Koch (1977), apenas o valor de Kappa da classificação MAXVER, obteve um grau de concordância substancial (0,80). A classificação do ISO-Cluster forneceu um grau de concordância razoável (0,45).

Apesar do resultado do classificador MAXVER ser mais consistente, sob o ponto de vista estatístico, se considerarmos apenas a classe açaizeiros, dos 77 pontos que foram sorteados para essa classe, apenas 9 coincidiram com a classificação visual, resultando em 11% de acerto. Para o ISO-Cluster, essa performance foi de 10%. Considerando as características do açaizeiro, seu mapeamento realizado de forma automática, mesmo utilizando imagens de alta resolução espacial, não possibilita uma boa separação das outras espécies da floresta de várzea Amazônica.

4. Conclusão

Considerando os objetivos propostos e resultados obtidos, nosso estudo mostra o potencial da interpretação visual para detectar e classificar ITC da palmeira de açai (*Euterpe oleracea* Mart.). Em relação à classificação automática, o método maxver apresentou melhor desempenho na distinção das classes temáticas, na área definida para esse estudo. As concordâncias obtidas, como resultado dos diferentes métodos de classificação de imagens desse estudo, refletem a confusão entre as diferentes classes, que pode ter ocorrido devido ao desempenho dos classificadores.

O mapeamento visual foi essencial para mapear açaizais em locais onde as classificações não conseguiram detectar. Mapeamentos dessa natureza são importantes para propiciar análises da dinâmica da produção desse fruto, do qual a produção ainda é difícil de ser contabilizada com segurança, em função da predominância da informalidade no mercado de venda do fruto. Outrossim, avaliar o quanto essa produção se expandiu pode fornecer subsídios para estudos sobre sua interferência na biodiversidade da floresta. Espera-se auxiliar na elaboração de mapas de distribuição espacial da espécie *Euterpe oleracea* Mart., o que pode ajudar significativamente projetos de gestão na Amazônia, fornecendo uma valiosa ferramenta na tomada de decisões e em programas de monitoramento florestal.

Por fim, a abordagem desenvolvida neste estudo pode ser utilizada em outras áreas de florestas. No entanto, sugere-se a aplicação em imagens espaciais com melhor resolução espectral e espacial, ou mesmo a utilização de imagens de drones

ou classificadores digitais mais robustos, como aqueles estabelecidos por região, como o método por segmentação, ao invés de pixel a pixel.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos disponibilizados, na forma de auxílio regular à pesquisa, bolsa de Produtividade e Iniciação Científica, sem os quais o desenvolvimento dessa pesquisa seria inviável.

Referências

- ALVEZ-VALLES, C. M. et al. (2018). Palm species richness, latitudinal gradients, sampling effort, and deforestation in the amazon region. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 32, nº 04. Belo Horizonte, p. 527–539.
- BERNAL, R. et al. (2011) Palm management in south america. *The Botanical Review*, vol. 77, n. 4, p. 607–646.
- BRONDÍZIO, E. S. (2018) The Amazonian Caboclo and the Açaí palm. Farmers in the Global Market, *Advances in Economic Botany*. New York: The New York Botanical Garden Press, vol. 16, p. 403.
- CONGALTON, R. G; MEAD, R. A (1983). A quantitative method to test for consistency and correctness in photointerpretation. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 49, n.1, p. 66-74.
- CONGALTON, R. G.; ODERWALD, R. G.; MEAD, R. A. Assessing LANDSAT (1983) classification accuracy using discrete multivariate analysis statistical techniques. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 49, n. 12, p. 1671-1678.
- COSTA, F. A. (2009) Trajetórias Tecnológicas como objeto de política de conhecimento para a Amazônia: uma metodologia de delineamento. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 8, n.1, p. 35-86.
- COSTA, F. A.; FERNANDES, D. A; SOUSA, C. N. (2018) Constituição, Situação e Dinâmica de Arranjos Produtivos Locais: o caso do APL de Açaí na Região do Grão-Pará (2002 a 2010). *Análise Econômica*, Porto Alegre, v. 36, n. 69, p.109–137.
- COSTA, S. M. F., et al. (2012) Pequenas cidades do estuário do Rio Amazonas: fluxo econômico, crescimento urbano e as novas velhas urbanidades da pequena cidade de Ponta de Pedras. *REDES - Rev. Des. Regional*, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 2, p. 56 - 74.
- COSTA, S. M. F., et al. (2017) A relação entre a economia do açaí e crescimento urbano em uma pequena cidade do estuário do rio Amazonas: uma reflexão. *Revista Geográfica Venezolana*, v.58, n.1, p.10 – 25.
- DALLEMAND, J. F. (1987) Identificação de culturas de inverno por interpretação visual de dados SPOT e LANDSAT TM no Noroeste do Paraná. 132p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos.
- DOMICIANO, C. A. R; MEDEIROS, R. A; LESEUX, V. Testes de Acurácia com diferentes densidades amostrais nos algoritmos de Classificação Máxima

- Verossimilhança e Iso Cluster. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2019, Santos.
- DURIC, N.; PEHANI, P.; OSTIR, K (2014) Application of In Segment Multiple Sampling in Object-Based Classification. *Remote Sensing*. v. 6, n.12, p. 12138-12165.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2018). Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. Disponível em: . Acesso em: 17 de janeiro. 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. (2019). Metodologia Utilizada nos Projetos PRODES e DETER. São José dos Campos: INPE. Disponível em: . Acesso em 18 de agosto de 2020.
- HIRAOKA, M. (1992) Caboclo e Riberenô resource management: a review. In: REDFORD, K. & PADOCH, C. (Org.). *Conservation in the Neotropics*. Columbia University Press, New York, p. 158-174.
- JUNK, W. J. (1997) *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. Springer, New York, vol.126, n.1.
- LANDIS, J; KOCH, G. G. (1977) The measurements of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, vol. 33, n.1, p. 159-174.
- MATHER, P. M. (2004) *Computer Processing of Remotely - Sensed Images: An Introduction*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- NASCIMENTO, I. S; et al. (2016) Avaliação da Exatidão dos Classificadores MAXVER e ISO Cluster do Software Arcgis for Desktop com Uso de Imagem Landsat 8 do Município de Cáceres/MT. *Revista Continentes*, n. 8, p. 48-62.
- NOGUEIRA, O. L. (1997) Regeneração, manejo e exploração de açazais nativos de várzea do estuário amazônico. 1997. 149 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém.
- PANIZZA, A. de C.; FONSECA, F. P. (2011) Técnicas de interpretação visual de imagens. *GEOUSP Espaço e Tempo (Online)*, v. 15, n. 3, p. 30-43. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2011.74230.
- PEREIRA, H. S. (2007) A dinâmica da paisagem socioambiental das várzeas do rio Solimões-Amazonas. In: FRAXE, T. J. P., PEREIRA, H. S., WITKOSKI, A. C. *Comunidades ribeirinhas amazônicas: modos de vida e uso dos recursos naturais*, Manaus. p. 224.
- ROSENFELD, G. H; FITSPATRICK-LINS, K. (1986) Coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol.52, p. 223-227.
- SOARES FILHO, B. S. (2000) *Interpretação de imagens da terra - Curso de especialização em sensoriamento remoto*. Belo Horizonte: UFMG.
- SOTHE, C. (2015) *Classificação do estágio sucessional da vegetação em áreas de floresta ombrófila mista empregando análise baseada em objeto e ortoimagens*. Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages.
- SOUZA, A. R; et al. (2020) Cartografia do Açai: Representação espacial de áreas potenciais de ocorrência de açai no baixo Tocantins, nordeste do Pará. In: Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2019, Santos. Anais eletrônicos. São José dos Campos, INPE.

TAGORE, M., CANTO, O., VASCONCELLOS, M. S. (2018) Políticas públicas e riscos ambientais em áreas de várzea na Amazônia: o caso do PRONAF para produção do açaí. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*. vol. 45, p.194-214.