

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AGROECOLÓGICA DOS  
SISTEMAS AGROEXTRATIVISTAS DO AÇAÍ-DO-AMAZONAS  
(*Euterpe precatoria* Martius) EM CODAJÁS

Marta Iria da Costa Ayres

MANAUS - AM  
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AGROECOLÓGICA DOS  
SISTEMAS AGROEXTRATIVISTAS DO AÇAÍ-DO-AMAZONAS  
(*Euterpe precatoria* Martius) EM CODAJÁS

Marta Iria da Costa Ayres

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de doutor (a) em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Henrique dos Santos Pereira, PhD.  
Coorientadora: Sonia Sena Alfaia, Dra.

MANAUS - AM  
2022

Ayres, Marta Iria da Costa

A985a Avaliação da sustentabilidade agroecológica dos sistemas agroextrativistas do açaí-do-amazonas (*Euterpe precatoria* Martius) em Codajás / Marta Iria da Costa Ayres . 2022  
190 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Henrique dos Santos Pereira

Coorientador: Sonia Sena Alfaia

Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.

MARTA IRIA DA COSTA AYRES

Avaliação da Sustentabilidade Agroecológica dos Sistemas Agroextrativistas do Açáido-amazonas (*Euterpe precatoria* Martius) em Codajás

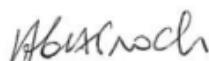
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisitos parciais para obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Aprovada em 27 de setembro de 2022.

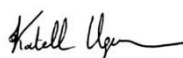
BANCA EXAMINADORA



Dra. Elisa Vieira Wandelli, Membro



Dr. André Luiz Atroch, Membro



Dra. Katell Uguen, Membro



Dr. Jean Dalmo de Oliveira Marques, Membro



Dra. Heiriane Martins Sousa, Membro

## DEDICATÓRIA

Ao meu filho, **Victor Ayres** e aos meus pais, **Diogo Ayres** e **Julia da Costa Ayres** (*in memoriam*).

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela dádiva da vida e pela sua infinita misericórdia em me dar força e sabedoria para seguir em frente, principalmente nos momentos mais difíceis.

Ao meu filho, Victor por estar ao meu lado em todos os momentos bons e ruins, pela paciência, compreensão, todo amor, apoio, dedicação e por cuidar de mim sempre que preciso. Seu apoio foi fundamental na conclusão deste trabalho. Te amo infinitamente.

Aos meus pais, Diogo e Julia (in memoriam), sempre foram minha fortaleza. Meus amores eternos.

À minha prima Maria das Graças Anjos que não mediu esforços em me ajudar nos momentos que mais precisei, sem sua ajuda não teria concluído esta tese.

Aos meus familiares e amigos, pelas orações e apoio que foram fundamentais quando mais precisei. Em especial a minha irmã Inês e sua família, pois família é a base de tudo, apesar de todos os momentos difíceis que passamos em virtude da pandemia do Covid-19, permanecemos unidos e fortalecidos pelo amor. Aos demais familiares e amigos só tenho a agradecer por tudo, porém não vou citar nomes, pois foram tantos que precisaria de várias páginas, portanto destacar que o amor, amizade e as orações me deram forças a seguir em frente.

Ao meu orientador, Dr. Henrique Pereira, pela orientação, pela humildade, pela transmissão de conhecimentos que foram infinitos e por não ter desistido de mim. Tenho grande admiração por ser um profissional incrível e competente, suas contribuições foram fundamentais para realização deste trabalho e para meu crescimento profissional.

À Dra. Sonia Alfaia, minha coorientadora, pela orientação, pelo conhecimento repassado e amizade. Foram anos de aprendizado contigo e só tenho a agradecer. Por ser uma grande profissional comprometida com o desenvolvimento da agricultura com bases mais sustentável na Amazônia.

Ao meu amigo/irmão Jonas Moraes, pois sua contribuição foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa nas análises de solo e planta. Porém, sua amizade, compreensão, carinho e por estar sempre ao meu lado, sem dúvida, é o maior tesouro que alguém pode ter. Só tenho a agradecer à Deus pela sua existência.

Ao Joacy Rodrigues, técnico em agropecuária de Codajás, sua ajuda foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa, tanto pelo conhecimento técnico a respeito da cultura do açaí e conhecimento da região estudada, bem como pela sua colaboração em todo o desenvolvimento do trabalho de campo, pois não mediu esforços para concluirmos.

À Codajás, cidade que me acolheu e que sempre terei ótimas recordações. Ao IDAM/Codajás na pessoa da gerente Valderline de Souza Tomé pelo apoio concedido e acolhimento.

Minha eterna gratidão aos agroextrativistas das áreas de campo avaliadas, sem os quais não teria realizado esta pesquisa e pelos conhecimentos repassados que foram muito valiosos. Mesmo a tanta adversidade buscam melhorias de seus sistemas produtivos de açaí, com bases mais sustentáveis, pois reconhecem a importância da sustentabilidade ambiental.

Aos funcionários do Laboratório Temático de Solos e Plantas (LTSP) do INPA, em especial ao meu grande amigo Edivaldo, que sempre contribuiu da melhor forma possível em todos os trabalhos desenvolvidos no LTSP. A Laura e Roberta pelas contribuições nas análises químicas.

A Erica Souza e Galileo pela amizade e contribuições para conclusão deste trabalho.

Ao Dr. Afrânio Neves Junior pela contribuição nas análises físicas do solo.

Aos amigos de curso (PPGATR) Erica Souza, Maysa, Alan, Bruna Erick, Galileo, Mauro, Caroline, Ana Cecília e João que fizeram parte desta caminhada.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela concessão da bolsa de doutorado e à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

À coordenação do PPGATR pelo apoio e orientação nos momentos necessários e a todos os docentes do programa pelos conhecimentos repassados.

À UFAM, pela oportunidade de fazer parte desta conceituada instituição e poder utilizar à estrutura física e intelectual.

Enfim, agradeço a todos que ajudaram de forma direta e indiretamente na realização deste trabalho.

## RESUMO

*Euterpe precatoria* (açai-do-amazonas) é uma espécie abundante, em Codajás, no Amazonas. Com aumento da demanda pelo açai, está ocorrendo um aumento da produção de frutos de açai, seja mediante coleta em áreas extrativas e/ou pela expansão de seu cultivo, sendo necessárias técnicas de manejo adequadas para assegurar a sustentabilidade dos sistemas produtivos. O objetivo desse estudo foi avaliar o comportamento de diferentes sistemas de manejo do açai-do-amazonas através de indicadores que possam contribuir para diagnosticar a sustentabilidade agroecológica desses sistemas. Nesse sentido, para caracterizar os sistemas de manejo de açais foram abordados aspectos socioeconômicos, tecnológicos e ambientais, através de entrevistas com aplicação de questionário semiestruturado, com perguntas abertas e fechadas, sendo abordados aspectos da família, da propriedade, da renda, do manejo de açais, comercialização e aspectos ambientais. A avaliação da qualidade do solo foi realizada através das propriedades químicas e físicas (densidade e granulometria) e avaliação nutricional dos açais, através de análise foliar. A análise de variância foi realizada considerando o modelo entre e dentro de tratamentos que é similar a análise em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 sistemas de manejo (floresta extrativa, floresta manejada, monocultivo e consórcio) e 4 repetições. Os dados de granulometria e caracterização química foram avaliados através de análise descritivas e para macro e micronutriente foliares e atributos físicos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5%. Foram realizadas análise de correlação (Pearson) e Análise de Componentes Principais (ACP). A avaliação da sustentabilidade foi realizada utilizando o índice de Mulamba e Mock. Os resultados mostraram que o açai tem grande valor socioeconômico, cultural e ambiental para a população de Codajás, sendo a base da economia no município. Os sistemas de manejo praticados pelos agroextrativistas em Codajás apresentam baixa dependência de insumos externos e utilizam práticas tradicionais, com aporte de material orgânico nos sistemas, pois aproveitam os restos de capina e restos culturais provenientes da coleta de frutos do açai, não havendo padronização de manejo. O manejo na floresta que vem sendo praticado pelos agroextrativistas, pode ser uma alternativa para aumentar a produção de frutos de açai e reduzir o desmatamento, no município, porém precisa ser mais estudado. Há uma grande variabilidade nas características granulométricas e químicas dos solos dos sistemas produtivos do açai-do-amazonas, principalmente nos açais nativos, porém a classe mais recorrente foi a franco-siltosa, com maiores proporções da partícula silte. De maneira geral, são solos com elevada acidez, baixos teores de Ca, Mn e Zn e elevada disponibilidade de Fe, nas duas profundidades estudadas. Ademais, na profundidade de 0-10 cm, algumas áreas, tal como os sistemas de floresta extrativa e floresta manejada, os teores de Mg, K e P foram considerados satisfatórios para solos tropicais. Os teores de MO foram considerados de médio a alto. Apesar de não existir faixas de concentrações foliares adequadas para o açazeiro, as concentrações de nutriente foliares de *E. precatoria* foram comparados com as de *Euterpe oleracea*, apresentando concentrações de Ca e Zn inferiores; N, P e Mg foram análogas e o K foi similar a alguns estudos e inferiores a outros. O Fe foi inferior aos encontrados para *E. oleracea*, porém as concentrações encontradas nos sistemas nativos foram superiores ao monocultivo. As concentrações de Mn foram similares a alguns estudos considerados adequados, apesar de apresentarem teores limitantes no solo. Não foram observadas diferenças significativas para os atributos físicos, carbono orgânico e estoque de carbono entre os solos dos sistemas de açai avaliados, porém foram considerados adequados, apresentando boa qualidade física, demonstrando a importância do manejo da matéria orgânica nesses sistemas. O teor de carbono orgânico apresentou correlação positiva com a porosidade total e negativa com a densidade do solo e densidade relativa. A elevada acidez e baixos teores de Ca e Zn podem estar limitando a produção de frutos nos sistemas estudados. Os resultados para as concentrações de nutrientes foliares sugerem haver diferenças no requerimento nutricional para *E. precatoria* em relação a *E. oleracea*. Está ocorrendo uma pressão da seleção no processo de domesticação da espécie em relação ao ambiente natural. O sistema de manejo floresta extrativa foi o sistema considerado mais sustentável em relação aos atributos químicos e físicos avaliados.

**Palavras-chave:** Qualidade do solo, açai, sistemas de manejo, propriedades químicas e físicas do solo, Amazônia



## ABSTRACT

*Euterpe precatoria* (Amazon açai) is an abundant species in Codajás, Amazonas. With the increase in the demand for açai, there is an increase in the production of açai fruits, either through collection in extractive areas and/or through the expansion of its cultivation, requiring adequate management techniques to ensure the sustainability of production systems. The objective of this study was to evaluate the behavior of different management systems of the açai-do-amazonas through indicators that can contribute to diagnose the agroecological sustainability of these systems. In this sense, to characterize the management systems of açai plantations, socioeconomic, technological and environmental aspects were approached, through interviews with the application of a semi-structured questionnaire, with open and closed questions, addressing aspects of the family, property, income, management of açai groves, marketing and environmental aspects. The evaluation of soil quality was carried out through chemical and physical properties (density and granulometry) and nutritional evaluation of the açai trees, through foliar analysis. The analysis of variance was performed considering the model between and within treatments, which is similar to the analysis in a completely randomized design (DIC), with 4 management systems (extractive forest, managed forest, monoculture and intercropping) and 4 replications. The granulometry and chemical characterization data were evaluated through descriptive analysis and for foliar macro and micronutrients and physical attributes were subjected to analysis of variance, and the averages were compared by Tukey's test at the level of 5%. Correlation analysis (Pearson) and Principal Component Analysis (PCA) were performed. The sustainability assessment was performed using the Mulamba and Mock index. The results showed that açai has great socioeconomic, cultural and environmental value for the population of Codajás, being the basis of the economy in the municipality. The management systems practiced by agroextractivists in Codajás have low dependence on external inputs and use traditional practices, with the input of organic material in the systems, as they take advantage of the remains of weeding and cultural remains from the collection of açai fruits, with no standardization of management. . Forest management that has been practiced by agro-extractivists can be an alternative to increase the production of açai fruits and reduce deforestation in the municipality, but it needs to be further studied. There is a great variability in the granulometric and chemical characteristics of the soils of the productive systems of the açai-do-amazonas, mainly in the native açai groves, however the most recurrent class was the silty loam, with higher proportions of the silt particle. In general, they are soils with high acidity, low levels of Ca, Mn and Zn and high availability of Fe at the two depths studied. Furthermore, at 0-10 cm depth, in some areas, such as extractive forest and managed forest systems, Mg, K and P contents were considered satisfactory for tropical soils. MO levels were considered medium to high. Although there are no suitable foliar concentration ranges for the açai tree, the foliar nutrient concentrations of *E. precatoria* were compared with those of *Euterpe oleracea*, showing lower Ca and Zn concentrations; N, P and Mg were similar and K was similar to some studies and inferior to others. Fe was lower than those found for *E. oleracea*, but the concentrations found in native systems were higher than in monoculture. Mn concentrations were similar to some studies considered adequate, despite presenting limiting levels in the soil. No significant differences were observed for the physical attributes, organic carbon and carbon stock between the soils of the evaluated açai systems, but they were considered adequate, presenting good physical quality, demonstrating the importance of organic matter management in these systems. Organic carbon content was positively correlated with total porosity and negatively correlated with soil density and relative density. The high acidity and low levels of Ca and Zn may be limiting fruit production in the studied systems. The results for leaf nutrient concentrations suggest that there are differences in the nutritional requirement for *E. precatoria* in reaction to *E. oleracea*. There is a selection pressure in the process of domestication of the species in relation to the natural environment. The extractive forest management system was considered the most sustainable system in relation to the chemical and physical attributes evaluated.

**Keywords:** Soil quality, açai, management systems, chemical and physical soil properties, Amazon

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura 1 Mapa das áreas de coleta de Euterpe precatoria Mart. do município de Codajás, no Estado do Amazonas. ....	43
Figura 2. Faixa etária entre os agroextrativistas entrevistados no município de Codajás-AM (n=15). ....	46
Figura 3. Escolaridade entre os agroextrativistas entrevistados no município de Codajás-AM (n=15).....	47
Figura 4. Tempo de experiência dos agroextrativistas na agricultura/extrativismo do açaí, município de Codajás-AM (n=15).....	48
Figura 5. Número de pessoas por núcleo familiar entre os agroextrativistas de açaí no município de Codajás-AM (n = 15).....	48
Figura 6. Tamanho e ocupação vegetal das propriedades investigadas. .	50
Figura 7. Práticas da avicultura e piscicultura em propriedade com cultivo de açaí em sistema de consórcio (A e B). ....	52
Figura 8. Caminho percorrido por um agroextrativista para acessar a área de floresta extrativa (A e B) e disponibilidade de água no sistema (C e D). ....	56
Figura 9. Aspecto do sistema de floresta manejada realizado por agroextrativistas no município de Codajás (A e B).....	58
Figura 10. Açaizais em sistema de monocultivo (A e B), no município de Codajás. ....	61
Figura 11. Açaizais em sistema de consórcio (A e B), no município de Codajás. ....	62
Figura 12. Dendrograma obtido pelo índice de similaridade de Jaccard, considerando os sistemas de manejo nativos e cultivados, com base em nove variáveis qualitativas, descritas em áreas de produção de frutos de açazeiro, em Codajás. ....	67
Figura 13. Produção de frutos de açaizais nativos e plantados na safra de 2021, no município e Codajás-AM (n=15).....	75
Figura 14. Estrada Codajás/Anori que dá acesso as áreas de açaizais nativos e plantados (A, B e C), no município de Codajás-AM.....	77
Figura 15. Fauna presente nos sistemas de produção de açaizais nativos e plantados, nas propriedades de agroextrativistas no município de Codajás-AM (n=15).....	79

### CAPÍTULO II

Figura 1. Mapa das áreas de coleta de Euterpe precatoria Mart. do município de Codajás, no Estado do Amazonas.....	95
Figura 2. Valores de pH (H <sub>2</sub> O), nas profundidades de 0 -10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.....	103

Figura 3. Teores de Al<sup>3+</sup> nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm., em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana .....105

Figura 4. Teores de matéria orgânica (MO), nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.....106

Figura 5. Teores de Ca<sup>2+</sup> nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.....108

Figura 6. Teores de Mg<sup>2+</sup> nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana..... 109

Figura 7. Teores de K<sup>+</sup> nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana .....111

Figura 8. Teores de P disponível nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.....113

Figura 9. Teores de Fe<sup>2+</sup> nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana .....114

Figura 10. Teores de Mn<sup>2+</sup> nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana. padrão.....115

Figura 11. Teores de Zn<sup>2+</sup> nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.....116

Figura 12. Análise de componentes principais (PCA) para características químicas (pH (H<sub>2</sub>O), Al, MO, Ca, <sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup>, P, K<sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> e Zn<sup>2+</sup>) e granulométricas do solo (areia, silte e argila), em duas profundidades 0-10 cm (A) e 10-20 cm (B), na coleta de 2019, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (M) e consórcio (C), no município de Codajás-AM, Amazonas, Brasil. Componente principal 1(PC1) variação 73,63%; componente principal 2 (PC2) variação 14,56% (A). Componente principal 1 (PC1) variação 72,35%; componente principal 2 (PC2) variação 17,47% (B) .....121

Figura 13. Análise de componentes principais (PCA) para características químicas (pH (H<sub>2</sub>O), Al, MO, Ca, <sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup>, P, K<sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> e Zn<sup>2+</sup>) e granulométricas do solo (areia, silte e argila), em duas profundidades 0-10 cm (A) e 10-20 cm (B), na coleta de 2022, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (M) e consórcio (C), no município de Codajás-AM, Amazonas, Brasil. Componente principal 1(PC1) variação 77,49% e componente principal 2 (PC2) variação 17,20% (A). Componente principal 1 (PC1) variação 78,95% e componente principal 2 (PC2) variação 14,17% (B) ..... 122

Figura 14. Análise de componentes principais (PCA) para macronutrientes e micronutrientes foliares e características químicas (pH (H<sub>2</sub>O), Al, MO, Ca, <sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup>, P, K<sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> e Zn<sup>2+</sup>) e granulométricas do solo (areia, silte e argila), em duas profundidades 0-10 cm (A) e 10-20 cm (B), na coleta de 2019, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (M) e consórcio (C), no município de Codajás-AM, Amazonas, Brasil. Componente principal 1 (PC1) variação 84,10% e componente principal 2 (PC2) variação 15,26% (A). Componente principal 1 (PC1) variação 81,54% e componente principal 2 (PC2) variação 17,86% (B) .....131

### CAPÍTULO III

Figura 1 - Mapa das áreas de coleta de *Euterpe precatoria* Mart. do município de Codajás, no Estado do Amazonas..... 149

Figura 2. Teores médios de carbono orgânico (COS) e estoque de carbono (ESTC) (A e B respectivamente), a 0-10 cm de profundidade, de solo de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Colunas representam a média de quatro áreas e linhas o erro padrão da média. Sistemas de manejo com a mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.....159

Figura 3. Análise de componentes principais (PCA) para os atributos físicos (densidade do solo (Ds); densidade máxima (Dsmax); densidade relativa (Dsrel); porosidade total (PT)); análise granulométrica do solo (areia, silte e argila); CO (carbono orgânico) e ESTC (estoque de carbono), na profundidades 0-10 cm, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (M) e consórcio (C), no município de Codajás, Amazonas, Brasil. Componente principal 1 (PC1) variação 80,30 e componente principal 2 (PC2) variação 19,49 ..... 162

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Tabela 1. Faixa etária entre os núcleos familiares entre os agroextrativistas de açaí no município de Codajás-AM.....	49
Tabela 2. Registro de espécies e famílias botânicas presentes nas propriedades, relatados pelos agroextrativistas entrevistados no município de Codajás-AM (n=15).....	51
Tabela 3. Sistemas de manejo de produção de frutos de açaí presentes nas propriedades dos agroextrativistas entrevistados no município de Codajás-AM (n=15).....	555
Tabela 4. Matriz qualitativa das características avaliadas dos agroecossistemas de produção de frutos de açaizeiros, em Codajás (n= 15). ....	666
Tabela 5. Início de floração e frutificação, e período e pico da safra de açaizais nativos e plantados, segundo agroextrativistas, no município de Codajás-AM (n=15).....	70
Tabela 6. Número de cachos por planta nos açaizais nativos e plantados nas propriedades dos agroextrativistas, no município de Codajás-AM .....	7171

### CAPÍTULO II

Tabela 1. Histórico das áreas avaliadas de açaizais nativos e plantados, no município de Codajás-AM.....	96
Tabela 2. Distribuição do tamanho das partículas e classe textural do solo dos sistemas de produção de açaí nativos e plantados, em Codajás-Am (n=16) .....	102
Tabela 3. Coeficientes de correlação entre atributos químicos e granulometria do solo de açaizais a 0-10 cm de profundidade, da avaliação de 2019, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, no município de Codajás-AM (n= 16) .....	118
Tabela 4. Coeficientes de correlação entre atributos químicos e granulometria do solo de açaizais a 10-20 cm de profundidade, da avaliação de 2019 de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, no município de Codajás-AM (n= 16) .....	119
Tabela 5. Teores médios de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de açaí-do-amazonas, em diferentes sistemas de manejo, em Codajás (n= 16) .....	126
Tabela 6. Teores médios de Fe, Mn e Zn nas folhas de açaí-do-amazonas, no ano de 2019, em 4 sistemas de manejo, em Codajás (n=16) .....	128
Tabela 7. Coeficientes de correlação entre concentrações de nutrientes foliares de açaí-do-amazonas nativos e cultivados, avaliadas no ano de 2019, no município de Codajás-AM (n= 16) .....	129
Tabela 8. Sustentabilidade dos sistemas de manejo do açaí-do-amazonas avaliada pelo índice de Mulamba-Rank, considerando as variáveis granulometria (areia, silte e argila), valores de pH (H <sub>2</sub> O), teores de Al <sup>3+</sup> , MOS, Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , K, P, Fe <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> e Zn <sup>2+</sup> , de solos, em duas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação, em Codajás, Amazonas.....	132
Tabela 9 – Sustentabilidade dos sistemas de manejo do açaí-do-amazonas avaliada pelo índice de Mulamba-Rank, considerando as variáveis, concentrações de Ca, Mg, K, P, Fe, Mn e Zn, em folhas de açaizeiro, coletadas no ano de 2019, em Codajás, Amazonas.....	132

### CAPÍTULO III

Tabela 1. Distribuição do tamanho das partículas e classe textural do solo dos sistemas de produção de açaí nativos e cultivados, em Codajás-AM (n=16) .....	153
Tabela 2. Estatística descritiva da distribuição do tamanho das partículas de solos, na profundidade 0-10 cm, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, no município de Codajás-AM (n = 16) .....	154
Tabela 3. Atributos físicos de solo, coletados a 0-10 cm de profundidades, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, no município de Codajás-AM (n=16) .....	157
Tabela 4. Coeficientes de correlação entre atributos físicos, carbono orgânico e estoque de carbono de solos de sistemas de manejo de açaí-do-amazonas nativos e cultivados, a 0-10 cm de profundidade, no município de Codajás-AM (n= 16) .....	161
Tabela 5. Sustentabilidade dos sistemas de manejo do açaí-do-amazonas avaliada pelo índice de Mulamba-Rank, considerando as variáveis granulométricas (areia, silte e argila), atributos físicos (Ds, Dmax, Drel, PT), COS e ESTC de solos, na profundidade de 0-10 cm, no ano de 2022, em Codajás.....	163

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
2.1. Objetivo geral .....	21
2.2. Objetivos específicos.....	21
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>22</b>
3.1. Os produtos florestais não madeireiros (PFNM) e o Extrativismo .....	22
3.2. Características gerais do açaizeiro.....	23
3.3. Sistemas de manejo de açaí e características ecológicas .....	26
3.4. Conservação de germoplasma .....	29
<b>4. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO I: CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS AGROEXTRATIVISTAS DE AÇAÍ-DO-AMAZONAS EM CODAJÁS.....</b>	<b>39</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>42</b>
2.1. Caracterização da área de estudo .....	42
2.2. Aspectos socioeconômicos, tecnológicos e ambientais dos sistemas de produção de açaizais nativos e plantados.....	43
2.3. Sistemas de produção e manejo de açaizais avaliados .....	44
2.4. Análise dos dados .....	45
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
3.1. Caracterização social dos agroextrativistas .....	45
3.2. Principais atividades geradoras de renda da família.....	49
3.3. Caracterização da propriedade.....	50
3.4. Caracterização dos sistemas de manejo de açaizais nativos e cultivados .....	54
3.4.1. Sistemas de manejo de açaizais nativos .....	55
3.4.2. Sistemas de manejo de açaizais cultivados.....	60
3.5. A colheita do açaí.....	69
3.6. Comercialização .....	73
3.7. Percepção ambiental .....	78
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>81</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>82</b>
<b>CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE QUÍMICA DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM A NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE AÇAÍ EM FUNÇÃO DO MANEJO DOS AGROECOSSISTEMAS DO AÇAÍ-DO-AMAZONAS EM CODAJÁS .....</b>	<b>89</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>91</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>94</b>
2.1. Caracterização da área de estudo .....	94
2.3. Coleta do solo e análises para determinação da fertilidade do solo e granulometria .....	98
2.4. Avaliação do estado nutricional das plantas .....	99
2.5. Análise de dados .....	99
2.5.1. Avaliação da sustentabilidade dos sistemas do açaí-do-amazonas através do índice de seleção de Mulamba-Rank .....	100
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>101</b>

3.1. Distribuição do tamanho das partículas e classe textural do solo.....	101
3.2. Acidez do solo e alumínio trocável .....	102
3.3. Matéria Orgânica do Solo (MOS).....	105
3.4. Teores de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ) e fósforo (P) no solo.....	107
3.5. Teores de ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ), manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ ) e zinco ( $\text{Zn}^{2+}$ ) no solo.....	113
3.6. Análise de componente principal (PCA) da análise química e granulométrica do solo .....	120
3.7. Avaliação do estado nutricional das plantas de açaizeiros .....	122
3.8. Análise do componente principal das concentrações de macronutrientes e micronutrientes nas folhas de açaizeiros e atributos químicos nos solos .....	129
3.9 Avaliação da sustentabilidade dos sistemas do açaí-do-amazonas através do Índice de seleção de Mulamba-Rank .....	131
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>133</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>135</b>
<b>CAPÍTULO III: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM OS NÍVEIS DE CARBONO ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DO MANEJO DOS AGROECOSSISTEMAS DO AÇAÍ-DO-AMAZONAS EM CODAJÁS .....</b>	
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>146</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>148</b>
2.1. Caracterização da área de estudo.....	148
2.2. Coleta de solo e análises físicas e do carbono orgânico .....	149
2.3. Análises dos dados .....	151
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>152</b>
3.1 Distribuição do tamanho das partículas e classe textural do solo.....	152
3.2. Atributos físicos: densidade do solo, densidade máxima, densidade relativa e porosidade total .....	154
3.3. Carbono orgânico e estoque de carbono .....	157
3.4. Análise do componente principal dos atributos físicos, carbono orgânico e estoque de carbono no solo.....	161
3.5 Avaliação da sustentabilidade dos sistemas do açaí-do-amazonas através do Índice de seleção de Mulamba-Rank .....	162
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>164</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>165</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>171</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>173</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>175</b>



# **AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AGROECOLÓGICA DOS SISTEMAS AGROEXTRATIVISTAS DO AÇAÍ-DO-AMAZONAS (*Euterpe Precatoria Martius*) EM CODAJÁS**

## **1. INTRODUÇÃO GERAL**

Na Amazônia, os produtos florestais não madeireiros (PFNM) representam tanto uma fonte de renda quanto alimentícia, sendo por isso responsável pela manutenção de milhares de famílias que vivem do modelo extrativista florestal. Produtos como óleos essenciais, frutos, amêndoas, fibras, corantes, plantas medicinais, entre outros, abundantes nas florestas tropicais, são importantes oportunidades não apenas para incrementar rendas das famílias extrativistas, mas também para a conservação dos ecossistemas florestais onde são manejados (VALIANTE; SIENA, 2008; IBGE, 2017).

O extrativismo é considerado uma atividade econômica importante na Amazônia, e atualmente capaz de gerar renda e emprego tanto quanto a agricultura e pecuária. No entanto, existe a necessidade de melhorar a eficiência da atividade e a equidade social dos extrativistas, com o aumento da produtividade florestal, o que contribuiria com o desenvolvimento da economia local, e com a conservação da biodiversidade, pois pode reduzir o desmatamento pelo incentivo econômico das florestas em pé (MEDINA; POKORNY; CAMPBELL, 2009; ROCHA, 2002).

A floresta amazônica abriga diversas espécies frutíferas, dentre elas o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart), que é um PFNM, com potencial agrônomo, tecnológico, nutricional e econômico (YUYAMA et al., 2011). Nas últimas décadas, houve um crescimento de demanda do açaí no mercado nacional e internacional (MACÍA et al., 2011; MATOS et al., 2017). principalmente devido ao seu valor nutracêutico, face ao seu rico conteúdo de antocianinas que na *E. precatoria*, e mais significativo que na *E. oleracea* (KANG et al. 2012; MATOS et al., 2017), com capacidade antioxidante (DARNET et al., 2011) e anti-inflamatória (KANG et al., 2012; MATOS et al., 2017).

Essa demanda fez com que o açaí se tornasse uma das mais promissoras alternativas de geração de renda sustentável para comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira (MACÍA et al., 2011). Tem beneficiado a economia de populações locais e regionais, ao mesmo tempo, ajudando a cultura ribeirinha a persistir, melhorando os meios de subsistência das populações locais (BRONDÍZIO, 2008; VOGT et al., 2015; FREITAS et al., 2021).

Nas últimas décadas, produtos alimentícios a base de açaí alcançaram mercados globais e contribuíram para um “boom econômico” em comunidades produtoras do açaí (IBGE, 2020)

alcançando status de uma base florestal Commodity amazônica (FREITAS et al., 2021). No entanto, a demanda crescente pelo açaí, de acordo com especialistas, está longe de ser cumprida (MATOS et al., 2017).

A *E. oleracea* é a espécie mais abundante e mais explorada comercialmente, (NOGUEIRA et al., 2017) sendo o estado do Pará o maior produtor de frutos, seguido do Amazonas (BRASIL, 2017; IBGE, 2020). A produção de açaí em 2020 foi de 220.489 mil toneladas, totalizando R\$ 694,3 milhões. Codajás, município do Amazonas é o maior produtor de frutos do Estado, com produção de 60,000 toneladas de frutos (*Euterpe precatoria*, nativa na região) em 2020 (IBGE, 2020).

A modernidade do agronegócio do açaí, com o crescimento da demanda do fruto provocou grande interesse no manejo de açazeiros (*Euterpe oleracea*) nas áreas de várzeas e no plantio em áreas de terra firme no Pará (HOMMA et al., 2006). De acordo com Tagore; Canto; Sobrinho (2018), apesar do manejo intensivo dos açazeiros (*Euterpe oleracea*) nas áreas de várzea proporcionarem um aumento na produção e renda aos ribeirinhos, resultam em alterações na configuração do ambiente natural, despontando para homogeneização da paisagem, colocando em risco a sustentabilidade do ecossistema de várzea como um todo. Freitas et al. (2021) sugerem que a intensificação do açaí (*Euterpe oleracea*) altera a estrutura das comunidades de plantas lenhosas em florestas estuarinas amazônicas.

Araújo; Navegantes-Alves (2015), em um estudo para identificar os diferentes tipos de manejo de açazeiros praticados por ribeirinhos no estuário amazônico, sugerem que os resultados encontrados apontam para uma tendência a intensificação na produção de açaí, com risco de desaparecimento de algumas espécies e, com possível despoite do monocultivo dessa espécie.

Segundo Oliveira et al. (2017), entre os anos de 1970 e 1990, a extração desordenada de palmito no estuário amazônico pode ter ocasionado perda de genes de interesse nas populações naturais de *E. oleracea*, o que ocasionou uma grande preocupação com a conservação *in situ* dessa espécie. Atualmente, devido ao aumento da demanda, o manejo inadequado praticado em algumas populações com vista ao aumento da produtividade tem originado grandes preocupações na conservação da espécie *in situ*.

O açaí-do-amazonas (*Euterpe precatoria* Martius) é uma espécie com potencial produtivo, porém, sua produção em escala comercial ainda apresenta gargalos, em razão a rusticidade dos atuais sistemas de produção, as pequenas áreas onde são cultivadas, a sazonalidade e limitações do processo de extrativismo, a domesticação incipiente da espécie, sua adaptabilidade em condições bióticas diferenciadas, a própria condição socioeconômica dos extratores de açaí e as variações mercadológicas (PINTO, 2018).

Segundo Rocha (2004), o extrativismo do açazeiro (*Euterpe precatoria*) apresenta características ecológicas favoráveis para seu manejo sustentável, pois a prática extrativa aumenta a produtividade; distribui renda com baixo impacto ambiental e é um recurso florestal com valor comercial e contribui para a valorização da floresta em pé. O aumento da demanda de mercado pelo açaí é uma oportunidade econômica, que pode aliar benefício ecológico, impulsionando a conservação dos ecossistemas, como benefício social. Entretanto, o que vem ocorrendo é a substituição do modelo extrativista pelo processo de domesticação da espécie, o que pode incorrer na perda de diversidade genética dos sistemas produtivos (PINTO, 2018).

Em Codajás, no estado do Amazonas a *E. precatoria* (açai-do-amazonas) é uma espécie bastante abundante e encontrada em populações naturais na região. No entanto, devido à grande demanda pelo seu fruto tem ocorrido aumento da produção, seja mediante coleta em áreas extrativas e/ pela expansão de seu cultivo. Assim, o manejo da espécie tem sido intensificado, tanto pela coleta em áreas de açazais nativos (matas nativas) e manejo da floresta, bem como pelo plantio em novas áreas seja em monocultivos ou consórcios agroflorestais.

Nesse contexto, sendo o açai-do-amazonas um PFNM e que representa um grande potencial econômico para as comunidades extrativistas (MARTINOT; PEREIRA; SILVA, 2017; PEGLER, 2015) o aumento da produção oriunda de populações naturais é evidente. Contudo, torna-se necessário que técnicas de manejo adequadas sejam definidas para se assegurar a sustentabilidade dos sistemas produtivos (WADT et al., 2004).

O conceito de sustentabilidade se traduz a capacidade de um sistema em manter a produtividade e usar recursos ao longo do tempo sem comprometer a disponibilidade de recursos, mesmo quando submetidos a perturbações (CONWAY, 1987). A agroecologia reconhece a complexidade intrínseca aos agroecossistemas, tratando integralmente de todos os elementos que os compõem em uma abordagem holística e sistêmica (CANDIDO et al., 2015). Portanto, para a avaliação da sustentabilidade de diferentes sistemas de manejos do açai-do-amazonas, optou-se pelo monitoramento da qualidade química e física do solo e condição nutricional das plantas mediante a combinação de indicadores que revelem o grau de sustentabilidade de cada um dos modelos de sistemas produtivos que vêm sendo praticados pelas populações extrativistas e pequenos produtores, no município de Codajás. A avaliação dos diferentes sistemas de manejo da *E. precatoria* poderá orientar os esforços de intensificação ecológica da produção do açaí na sua região de origem.

Ademais, as pesquisas para *Euterpe precatoria* ainda são incipientes, sendo uma espécie bastante representativa da Amazônia Ocidental, com grande potencial socioeconômico e. Para apresentação dos resultados desse estudo a tese está organizada em três capítulos.

No capítulo I, são apresentadas as características gerais dos diferentes sistemas de produção e manejo, bem como as relações socioeconômicas e as percepções ambientais dos agricultores familiares/agroextrativistas relacionadas ao manejo dos sistemas de produção do açaí-do-amazonas que vêm sendo praticados no município de Codajás.

A avaliação das alterações ocorridas nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, em função do uso e manejo dos sistemas de produção, assume grande importância prática, uma vez que o entendimento das modificações ocorridas, decorrentes do seu cultivo, pode fornecer elementos para produção em bases mais sustentáveis (COSTA et al., 2008; PORTUGAL; COSTA; COSTA, 2010). Nesse sentido, os capítulos II e III tratam da qualidade do solo através das propriedades químicas e físicas do solo e avaliação foliar de açaizeiros, em função do manejo dos sistemas de açaí realizados pelos agroextrativistas em Codajás.

No capítulo II, buscou-se caracterizar a qualidade do solo através das características químicas e sua relação com a nutrição das plantas de açaí, em função das diferenças do manejo dos agroecossistemas do açaí-do-amazonas adotados pelos agroextrativistas em Codajás.

Essa caracterização é de grande importância uma vez que indicadores químicos, tais como pH, teores de nutrientes, além do teor de carbono orgânico total (COT), têm sido utilizados para a avaliação da qualidade do solo (CUNHA NETO et al., 2018; GOMES et al., 2006). As condições químicas do solo afetam as relações solo-planta, a qualidade da água, o poder tampão, a disponibilidade de nutrientes e de água para as plantas e outros organismos (GOMES et al., 2006).

Segundo Viégas et al. (2009), para atingir o potencial de rendimento do açaizeiro, é preciso conhecer os nutrientes que mais limitam o seu desenvolvimento. e as concentrações das folhas são capazes de representar o valor estado nutricional das plantas. No entanto, a avaliação do estado nutricional de plantas pode servir de ferramenta para o estabelecimento de técnicas adequadas de manejo do açaizeiro, porém informações sobre a nutrição do açaizeiro ainda são escassas (BRASIL; NASCIMENTO; ALENCAR SOBRINHO, 2009; VIÉGAS et al., 2022).

No capítulo III, buscou-se caracterizar a qualidade do solo em função de seus atributos físicos e suas relações com os níveis de C orgânicos do solo nos diferentes agroecossistemas do açaí-do-amazonas estudados. Muitos atributos físicos do solo têm sido utilizados para quantificar as alterações provocadas pelos diferentes sistemas de manejo, ou até mesmo, como indicadores da qualidade do solo. Os indicadores físicos estão relacionados ao arranjo das partículas e do espaço poroso do solo, entre eles estão a densidade e a textura (CUNHA NETO et al., 2018; GOMES et al., 2006). Os indicadores físicos refletem primariamente limitações ao

crescimento radicular, à emergência das plântulas, à infiltração e ou movimento da água no interior do perfil do solo e à disponibilidade de água às plantas (CUNHA NETO et al., 2018; GOMES et al., 2006).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar o comportamento de diferentes sistemas de manejo do açaí-do-amazonas (*Euterpe precatoria* Martius) através de indicadores que possam contribuir para diagnosticar a sustentabilidade agroecológica desses sistemas, no município de Codajás no estado do Amazonas.

### **2.2 Objetivos específicos**

Caracterizar o perfil socioeconômico dos produtores e a composição e as práticas de manejo dos sistemas de produção agroextrativistas do açaí-do-amazonas na região estudada;

Avaliar o efeito dos diferentes sistemas de manejo de açazais na fertilidade do solo e sua relação no estado nutricional das plantas de açaí através da análise foliar (macro e micronutrientes) nos diferentes sistemas de manejo.

Avaliar o efeito dos diferentes sistemas de manejo de açazais nas propriedades físicas (granulometria e densidade) e a relação com os níveis de carbono orgânico.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Os produtos florestais não madeireiros (PFNM) e o Extrativismo

Os produtos florestais não madeireiros (PFNM) possuem uma grande importância socioeconômica, porém ainda são poucas as informações sistematizadas sobre a quantidade, valor, processos de produção (manejo e conservação), industrialização e comercialização desses produtos. Tal fato advém da temporalidade e variabilidade de sua produção e mercados, sendo que essa escassez de informações se constitui como barreira à sua conservação e ao desenvolvimento de estratégias mercadológicas necessárias ao crescimento e desenvolvimento dessa atividade (FIEDLER; SOARES; SILVA, 2008).

A crescente demanda de mercado por PFNM oferece uma oportunidade de desenvolvimento econômico que poderia aliar a inclusão social produtiva de agricultores familiares com a conservação dos ecossistemas florestais. No entanto, o aumento da produção poderá significar a substituição do manejo extrativo das florestas pelo monocultivo, anulando seus efeitos positivos quanto à conservação das florestas (MARTINOT; PEREIRA; SILVA, 2017). Segundo Homma (2014) é falsa a concepção de considerar todo PFNM como sustentável, pois o crescimento do mercado tende a provocar o colapso da economia extrativa pela incapacidade de atender a demanda.

O extrativismo praticado na Amazônia é uma das estratégias de sobrevivência que está inserida nos diferentes sistemas de produção das populações locais, como a agricultura, caça, pesca, extração de óleos vegetais, coleta de frutos e extração de raízes para fabricação de remédios caseiros. Desta forma, a floresta constitui-se como uma fonte de renda e de subsistência contribuindo para o sustento e bem-estar das populações que vivem em áreas de floresta (VALIANTE; SIENA, 2008; IBGE, 2017; FREITAS et al., 2015).

O extrativismo vegetal emerge como alternativa para a consolidação de práticas que possuam o compromisso entre as dimensões econômica, social e ecológica. Tal relevância é confirmada em diversos estudos que têm defendido o extrativismo de PFNM e de sua comercialização como uma importante ferramenta de apoio aos meios de subsistência tradicionais da floresta e da gestão florestal sustentável (AHENKAN; BOON, 2010).

Independente das limitações, o que as populações tradicionais, juntamente com as políticas públicas pretendem alcançar é um processo que integre organização, estruturação social e modernização do processo de produção do PFNM, além de manter suas influências culturais. O extrativismo passa a ser uma alternativa de complementação de renda, que pode beneficiar grandes grupos, como as associações dos extrativistas, e a partir da utilização de

novas tecnologias que permitam inferir sobre o aumento de produção, tornar-se, um modelo agrícola promissor (PINTO, 2018). O extrativismo de PFSM configura-se como uma oportunidade real de conservar e utilizar a biodiversidade (PEREIRA; ASSI; SÁ, 2016).

Atualmente o Brasil, em termos de legislação, é bastante promissor para a atividade extrativista de PFSMs. Existe regulamentação suficiente para o manejo, para a utilização dos recursos não madeireiros em unidades de conservação, por empresas e/ou comunidades e existe a possibilidade, assegurada pela legislação federal, de o produto extrativista florestal ser certificado como produto orgânico, o que lhe garante o direito de buscar os mesmos mercados (CALDERON, 2013; MARTINOT; PEREIRA; SILVA, 2017).

Apesar de haver um potencial para os produtos do extrativismo vegetal, o mercado ainda não é acessado de forma organizada pelos extrativistas. (FIEDLER; SOARES; SILVA, 2008).

Dentro da atividade de extração de PFSM, no grupo dos produtos alimentícios encontra-se o açaí que é produto extraído de espécie florestal nativa da Região Amazônica. O açaí registrou maior participação no valor de produção dentro do grupo alimentício que em 2021, a produção nacional foi de 227,3 mil toneladas, volume 3,1% acima do registrado no período anterior. Esse aumento acarretou um crescimento no valor de produção de 11,1%, totalizando R\$ 771,2 milhões, em razão da valorização do produto, que segue com consumo elevado no mercado interno e externo (IBGE, 2021).

### **3.2. Características gerais do açaizeiro**

O açaizeiro (*Euterpe precatoria* Martius e *Euterpe oleracea* Martius) é uma palmeira nativa da Amazônia que se destaca pela abundância, rusticidade e por produzir o vinho do açaí, importante alimento para a população local (FREITAS et al., 2021). Há muito tempo, populações tradicionais como seringueiros, extrativistas, ribeirinhos e indígenas consomem frutos das duas espécies de açaizeiro (AZEVEDO et al., 2019).

A polpa de açaí ganhou em mercados de exportação para uso em uma variedade de aplicações de alimentos e bebidas, muito favorecida pelas tendências dos consumidores internacionais, saúde, bem-estar, novidades e sabores exóticos. Atenção particular tem sido dada aos potenciais benefícios do açaí para a saúde, associados com suas propriedades antioxidantes com alto teor de antocianina, é fonte energética, fibra alimentar, minerais como cálcio, magnésio, zinco, potássio, ácidos graxos oleicos e linoleicos (YUYAMA et al., 2011; SANTOS et al., 2016). Os estudos das propriedades físico-químicas demonstraram que a polpa do açaí-da-mata (*E. precatoria*) contém maiores teores de fenóis, antocianinas e antioxidantes, do que

a espécie nativa do Pará (*E. oleracea*) (KANG et al., 2012; MATOS et al. 2017; PACHECO-PALENCIA et al., 2009).

A *Euterpe precatoria* é uma palmeira neotropical de subdossel, apresenta estipe único, cinza claro. Sua distribuição se dá desde a América Central (Belize, Guatemala, Honduras, Nicarágua, Costa Rica e Panamá) até o norte da América do Sul (Colômbia, Venezuela, Trinidad, Guianas, Equador, Peru, Brasil e Bolívia). No Brasil a palmeira ocorre nos estados amazônicos do Acre, Amazonas, Rondônia e Pará (BRASIL, 2017; HENDERSON, 1995).

O açaizeiro pertence à família Arecaceae, gênero *Euterpe*. No Brasil, há pelo menos dez espécies, sendo duas delas mais comuns na Amazônia, na Região Norte que são a *Euterpe precatoria* Mart. e *Euterpe oleracea* Mart (WADT et al., 2004). O açaí é tipicamente encontrado em regiões de clima tropical (pluviosidade acima de 2.000 mm; umidade relativa acima de 80% e temperatura média de 28°C), mas desenvolve-se em regiões com temperatura média acima de 18°C (CALZAVARA, 1987; NOGUEIRA et al., 1995; SOUZA et al., 1996).

Segundo Souza et al. (1996), o açaí apresenta a seguinte classificação taxonômica: Reino: Plantae; Divisão: *Magnoliophyta*; Classe: Liliopsida; Ordem: Arecales; Família: Arecaceae; Gênero: *Euterpe*; Espécie: *precatoria*; Nome Científico: *Euterpe precatoria* Martius.

Nome comum: Açaí-do-amazonas, Açaí-de-terra-firme, Açaí-solitário (Brasil); Palma del Rosário (Bolívia); Yuyu chonta (Peru) (SOUZA et al., 1996).

A espécie *E. oleracea*, conhecida popularmente como açaí-de-touceira, açaí-verdadeiro e açaí-do-pará, é encontrado em toda a Amazônia brasileira, com mais frequência e densidade na Amazônia Oriental, no estuário do rio Amazonas (NOGUEIRA et al., 2017), considerado a região de origem da espécie. Pode ser visto em solos de igapó e terra firme, mas, principalmente, em solos de várzea. No Brasil, ocorre principalmente no estado do Pará, mas também no Amapá, Maranhão, Tocantins e Goiás. Está presente em áreas às margens de rios de inundações periódicas em função das idas e vindas da maré (BRASIL, 2017). É a espécie mais abundante e comercialmente explorada (NOGUEIRA et al., 2017).

*E. edulis* Martius é nativa da Mata Atlântica e endêmica, sendo explorada comercialmente para palmito e mais recentemente para polpa (OLIVEIRA et al., 2017). No Brasil a espécie ocorre em Cerrado e Mata Atlântica, nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul (LEITMAN et al., 2012).



A espécie *E. precatória*, denominada de açáí-solteiro, açáí-de-terra-firme, açáí-do-amazonas, açáí-da-mata e açáí-solitário é nativo do Oeste da Amazônia brasileira (NOGUEIRA et al., 2017), ocorrendo tanto nas áreas inundadas como nas de terra firme. Predomina nos estados do Acre e de Rondônia, mas também ocorre no Amazonas e no Pará (BRASIL, 2017). Ao contrário da *E. oleracea*, é uma palmeira de estipe única, ou seja, não perfilha, mas de alta produtividade (NOGUEIRA et al., 2017).

A *E. precatória* é uma palmeira monocaule, atingindo de 20 m a 25 m de altura, sustentando um capitel de 5 a 10 folhas (FERNANDES, 2016; HENDERSON, 1995; YAMAGUCHI et al., 2015). O açáí solteiro apresenta bainha foliar proeminente, folhas pinadas, planas, estreitas e pêndulas (HENDERSON, 1995; LORENZI, 2010). Possui raízes adventícias continuamente na base do estipe, nas quais formam um anel espesso, de raízes aéreas (1,5 cm) purpúreas que pode alcançar 80 cm do nível do solo (CASTRO; BOVI, 1993). Os frutos, por sua vez, são globosos com 0,9 cm a 2 cm de diâmetro, de superfície lisa, com epicarpo púrpura-escuro quando atingem a maturidade, com mesocarpo suculento de aproximadamente 1 mm de espessura, que constitui de 5% a 15% do volume do fruto (HENDERSON, 1995; ROCHA, 2002). Contém somente uma semente por fruto, com um diminuto eixo embrionário e ao contrário do tecido endospermático, que é abundante, com formato esférico e representando 73% da massa do fruto completo (CARVALHO; NASCIMENTO; MÜLLER, 1998). A semente constitui-se em um dos principais mecanismos de propagação das palmeiras, principalmente daquelas que não têm perfilhos como *E. precatória* (CARVALHO; NASCIMENTO; MÜLLER, 1998).

O açáí é uma espécie monoica, apresenta flores masculinas e femininas distintas em um mesmo cacho, mas, como estas flores se abrem em tempos diferentes, a planta é, preferencialmente, alógama (de polinização cruzada, com inflorescências de outras plantas) (CARVALHO; NASCIMENTO; MÜLLER, 1998; RAMOS et al., 2019). As inflorescências se desenvolvem na axila das folhas, depois da senescência da folha mais velha e são protegidas por estruturas denominadas ferófilos. *Euterpe precatória* parece ser uma palmeira geralmente entomófila (KÜCHMEISTER; GOTTSBERGER; GOTTSBERGER et al., 1997). Em um estudo da análise do sistema de acasalamento de açáí-do-amazonas utilizando marcadores moleculares Ramos et al. (2019) concluíram que os resultados encontrados indicam que a espécie é alógama, mas auto-compatível.

Sua produtividade está altamente relacionada com o ambiente que se encontra, nas áreas de baixio apresentam uma produção média de 7,5 kg/palmeira/ano e nas áreas de terra firme produção média de 6,2 kg/palmeira/ano (ROCHA, 2002; 2004). No entanto, segundo Ferreira

(2005) na floresta, durante o ano, o açazeiro nativo produz entre dois e seis cachos uma palmeira de baixio produz, em média, 7,5 quilos de frutos, enquanto uma palmeira de terra firme produz 8,5 quilos.

A safra do açai varia segundo a espécie e o ambiente em que ele ocorre. Em geral, o açai de touceira (*E. oleracea*) nativo tem sua maior produção no segundo semestre do ano (entre julho e dezembro). Enquanto a safra do açai solteiro (*E. precatoria*) depende muito do ambiente em que ele se encontra: no baixio (áreas inundáveis) a produção de frutos se concentra na metade/final do primeiro semestre, entre março e junho (PINTO et al., 2010).

Segundo Conab (2019), a safra do açai varia de acordo com a região. No Pará, principal produtor, o período de safra do açai vai de agosto a novembro. No estuário amazônico o pico da safra ocorre no período de julho/agosto. Já no Amazonas, o período de maior produção estende-se de novembro a maio, e no Acre, há referências de produção durante o ano todo, já que quando se encerra a produção de terra-firme, janeiro a junho, inicia-se a de várzea que vai de agosto a dezembro. No Amapá e Maranhão, a safra ocorre durante o primeiro semestre, no período de chuva.

### **3.3. Sistemas de manejo de açai e características ecológicas**

Segundo Homma (2014), o aumento da demanda do açai despertou interesse no manejo das áreas de várzea no estuário paraense. Para atender essa demanda tão crescente por frutos, o açai está se tornando cada vez mais densos por meio do gerenciamento ativo, ou seja, a intensificação do açai (*Euterpe oleracea*) nas florestas estuarinas de várzea amazônica (FREITAS et al., 2015; FREITAS et al., 2021). De acordo com Targore; Canto; Sobrinho (2018) existem diferentes formas de manejo, que vão desde uma atividade de desbaste até a eliminação total das plantas do entorno. Portanto, as propostas para o aumento da produtividade do açai merecem mais investigação, conforme destacado por Homma (2014).

Em uma pesquisa avaliando os tipos de manejo da espécie *Euterpe oleracea*, Targore; Monteiro; Canto (2019) apontam que as ações de manejo do açai em áreas de várzea devem investir mais em intervenções de manejo de baixo impacto, com foco na conservação do ecossistema, pois os atuais manejos buscam somente o aumento da produção causando as problemáticas em relação ao adensamento da espécie e homogeneização da paisagem, ao contrário não se justificam sequer pela análise econômica. Freitas et al. (2015) verificaram a simplificação da taxonomia com o aumento do adensamento do açai, tornando o ambiente dominado por espécies comuns e florística pobres. Sem a persistência de uma floresta

diversificada e seus múltiplos benefícios, todo o conjunto de sistema socioecológico torna-se vulnerável (FREITAS et al., 2015).

Estudos sobre densidade, estrutura, dinâmica e estabilidade populacional de *Euterpe precatoria* em florestas de terra firme indicam que a espécie possui características ecológicas favoráveis para seu manejo sustentável, tais como alta densidade e frequência, regeneração abundante e grande produção de frutos (ROCHA, 2004). Segundo Martinot; Pereira; Silva (2017) os açazais nativos do baixo rio Manacapuru, à semelhança daqueles encontrados no Acre, Rondônia e outras áreas da Amazônia Central (ROCHA, 2004), apresentam características favoráveis ao manejo sustentável.

Em um estudo em florestas extrativas do Médio Juruá, no Amazonas, Siqueira (2018) também, encontrou resultados para densidade, estrutura, dinâmica e a estabilidade populacional da espécie *Euterpe precatoria* que indicam características ecológicas favoráveis para o manejo sustentável, corroborando com trabalhos de Rocha (2004); Rocha; Viana (2004) encontrado em açazais no Acre, Rondônia e outras áreas da Amazônia Central.

Siqueira (2018) em um levantamento fitossociológicos em ambientes naturais de desenvolvimento de palmeiras de açaí no interior das áreas de florestas extrativas, para açazais que ocorrem em áreas florestadas com características antropogênicas (territórios de RESEX e RDS) encontraram-se distribuídos em áreas de terra firme e de baixio. Estes açazais são aglomerados de palmeiras da espécie *Euterpe precatoria* os quais, segundo relatos de produtores locais, guardam características de ação antrópica nas suas constituições no passado, sejam elas antigas ocupações por comunidades indígenas ou não indígenas (SIQUEIRA, 2018). A distribuição de algumas palmeiras está associada à ocupação humana assim como sua diversidade genética (semi-domesticação). Segundo Kahn; Moussa (1999), as altas densidades e a extensão das populações de *Euterpe precatoria* nas várzeas da Amazônia Central são consequências das atividades antrópicas.

Siqueira (2018) encontrou também áreas de produção de açazais (áreas de Projeto de Assentamento) sob as formas de plantios em sistema consorciado de açazais ou plantios em sistema agroflorestal (SAF), onde há espécies vegetais (arbóreas e agrícolas) e criação de animais (aves, porcos, gado).

Martinot; Pereira; Silva (2017) em inventários amostrais realizado no baixo rio Manacapuru, no Amazonas verificaram que, quando cultivadas em sistemas agrícolas, as palmeiras de açaí apresentam crescimento diferente em altura e diâmetro, apresentando menor altura que facilita a coleta dos frutos e maior densidade populacional em relação aos povoamentos florestais nativos. A densidade de árvores nos plantios pode ser de seis a sete

vezes maior do que a observada na floresta. Os autores também destacam que com a produção e o trabalho de coleta podem ser concentrados em uma área mais adensada há redução do esforço e aumento significativo do rendimento do trabalho. Martinot (2013) e Pinto (2018) analisando indivíduos adultos verificaram que a relação entre diâmetro e altura, em monocultivo, é significativamente menor quando comparado aos que ocorrem em mata nativa.

Em estudo realizado na Amazônia Central Pinto (2018) e Martinot (2013), observaram que o manejo dos açazais é feito de forma diferenciada, pois em áreas de mata nativa ou menos antropizada, a dispersão de sementes ocorre de maneira eventual na ocasião da coleta. No que Martinot (2013) determina como pomares caseiros e Pinto (2018) de quintais produtivos há uma grande diversificação de formas de manejo, com a escolha das espécies de acordo com o interesse de cada família. Segundo Clement (2006), a associação entre o extrativismo e os plantios agroflorestais em sistemas agroextrativistas pode levar à superação dos entraves tais como a baixa densidade, a variabilidade da qualidade, as safras variáveis, a distância dos centros consumidores entre outros.

Em populações naturais, a densidade do açazeiro é maior nos solos de várzea alta, seguido pelo de várzea baixa, mas também ocorre em terra firme (NOGUEIRA; CONCEIÇÃO, 2000). Por ser uma palmeira e ter sua ocorrência natural em área de várzea, o açazeiro é muito exigente em água, logo a disponibilidade de água no solo é fator importante que favorece sua sobrevivência (SOUZA; JARDIM, 2007).

Segundo Rocha (2004), em área de açazais no Acre, a colheita do açai no baixio é da metade dos indivíduos, enquanto na terra firme recomenda-se coletar três de cada quatro indivíduos. Contudo, a autora enfatiza que devem ser realizados novos recenseamentos para ter uma estimativa representativa. O crescimento e a reprodução de *Euterpe precatoria* dependem do nível de competição por nutrientes, água e luz, alguns tratamentos silviculturais podem ser aplicados para reduzir esta competição, favorecendo assim o aumento de produtividade (ROCHA, 2004).

Em depoimento de moradores do Seringal Caquetá obtido em um estudo realizado por Rocha (2004), os principais animais consumidores/dispersores de frutos de *E. precatoria* no pico da frutificação são pássaros da família Psittacidae (papagaios, araras), Rhamphastidae (tucanos), Crasinae (jacus). Assim, como encontrado por Reis (1995) na dispersão de *Euterpe Edulis*, os frutos de *E. precatoria* são dispersados por muitos animais (ROCHA, (2004).

Do ponto de vista ecossistêmico, o nível de redução de 55% do recrutamento no baixio poder ser alto. Segundo Rocha (2004), já que a colheita em excesso de sementes e frutos pode diminuir a disponibilidade de alimento para as populações de animais frugívoros,

possivelmente diminuindo a diversidade da comunidade e alterando as outras relações tróficas (HALL; BAWA, 1993), inclusive o próprio potencial de *E. precatoria*.

### 3.4. Conservação de germoplasma

As espécies do gênero *Euterpe* possuem sementes de comportamento recalcitrante e desta forma, várias instituições de pesquisa, no Brasil, realizaram expedições de coleta e estabeleceram áreas de conservação *ex situ*, na forma de plantas vivas no campo (NASCIMENTO; SILVA, 2005). No Brasil, o maior banco de germoplasma pertence à Embrapa Amazônia Oriental com mais de 220 acessos (progênies de polinização livre) envolvendo as espécies *E. oleracea*, *E. edulis* e *E. precatoria*. O segundo está na Embrapa Amapá, com 175 acessos e o terceiro no Instituto Agrônomo de Campinas – IAC com cerca de 90 acessos. Outras instituições possuem um menor número de acessos conservados como pomar experimental (OLIVEIRA et al., 2017).

Segundo Clement et al. (2007), a importância da conservação *in situ* foi decretada pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB 1992 - Rio de Janeiro), simbolizando um marco mundial na conservação dos recursos genéticos vegetais (RGVs). Os RGVs são considerados um patrimônio da humanidade de valor incalculável e a sua perda é um processo irreversível, implicando principalmente no comprometimento da segurança alimentar mundial (GOMES, 2009).

A domesticação *in situ* é a continuação de um processo milenar e é a razão que a conservação *on farm* continuar a gerar novos recursos genéticos. Segundo Brown (2000), a conservação *on farm* é “a manutenção da biodiversidade agrícola presente dentro e entre populações de muitas espécies usadas diretamente na agricultura ou usadas como fontes de genes, nos habitats onde tal diversidade emergiu e continua a crescer”. A conservação dos recursos genéticos vegetais é prioridade global, na qual, variedades locais são mantidas em sistema *on farm* (JARVIS et al., 2008). A conservação *on farm* é o processo pelo qual uma vasta gama de diversidade genética coevoluiu, ao longo do tempo, com recursos naturais e intervenção humana (RANA et al., 2008).

Desta forma, tem-se considerado cada vez mais a necessidade de conservação do germoplasma junto aos agricultores familiares e às populações tradicionais, que realizam uma agricultura diversificada, voltada para a garantia de alimentação da própria família. Tal agricultura, que é parte de um sistema cultural, permite a seleção, pelos agricultores, de materiais resistentes à diversidade das condições de produção e, com frequência, à geração de novas variedades. A conservação *on farm*, das etnovarietades, fornece meios essenciais para

sua adaptação às rápidas mudanças climáticas, assim como, o aumento da produção vegetal sobre os novos estresses bióticos (CHIFFOLEAU; DESCLAUX, 2006).

Atualmente, devido ao aumento da demanda, o manejo inadequado praticado em algumas populações com vista ao aumento da produtividade é que tem originado grande preocupação quanto à conservação *in situ* da espécie.

#### 4. REFERÊNCIAS

- AHENKAN, A.; BOON, E. Assessing the impact of forest policies and strategies on promoting the development of non-timber forest products in Ghana. *J Biodiversity*, v.1, n.2, p. 85-102. 2010.
- ARAÚJO, C.T.D.; NAVEGANTES-ALVES, L.F. Do extrativismo ao cultivo intensivo do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico: sistemas de manejo e suas implicações sobre a diversidade de espécies arbóreas. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 10 (1): 12-23. 2015. IISSN: 1 980-9735.
- AZEVEDO, Hellen Sandra Freires da Silva; AZEVEDO, José Marlo Araújo; ROCHA, Andrea Alechandre, WADT, Lúcia Helena de Oliveira; CAMPOS, Tatiana. Extrativismo do açazeiro *Euterpe precatoria* Mart. no Acre. Capítulo 5 pag. 147-172. IN: Conservação e tecnologias para o desenvolvimento agrícola e florestal do Acre. SIVIERO, Amauri; SANTOS, Rosana Cavalcante; MATTAR, Eduardo Pacca Luna. 1. ed. – Rio Branco: IFAC, 2019. 788 p
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Extrativismo. Açai: boas práticas para o extrativismo sustentável orgânico / Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Extrativismo. – Brasília, DF: MMA, 2017.
- BRASIL, E.C.; NASCIMENTO, E.V.S.; ALENCAR SOBRINHO, R.J. Macronutrientes em diferentes partes de indivíduos de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) provenientes de populações nativas de municípios do estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009. Anais [...]. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009.
- Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/43701/1/2967.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2022.
- BRONDÍZIO, E.S. The Amazon Caboclo and the açai Palm - Forests Farmers in the Global Market. New York Botanical Garden Pr Dept. 2008.
- BROWN, A.H.D. The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them *in situ* on farms. In: BRUSH, S.B., ed. Genes in the field: On-farm conservation of crop diversity. Boca Raton, FL: Lewis Publ., International Development Research Centre, International Plant Genetic Resources Institute, 2000. p.29-4.
- CALDERON, R. A. Mercado de Produtos Florestais Não Madeireiros na Amazônia brasileira. Tese (Doutorado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.
- CALZAVARA, B.B.G. Açazeiro. Belém. EMBRAPA/CPATU, (EMBRAPA/CPATU. Recomendações Básicas, 3). 1987. 6p.
- CÂNDIDO, G.A.; NÓBREGA, M.M.; FIGUEIREDO, M.T.M.; MAIOR, M. M.S. Avaliação da sustentabilidade de unidades de produção agroecológicas: Um estudo comparativo dos métodos IDEA e MESMIS. *Ambiente e Sociedade*. São Paulo v. XVIII, n. 3, p. 99-120, jul.-set. 2015.

CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O.; MÜLLER, C.H. Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia. Belém: EMBRAPA-CPATU, 18p. (Boletim de Pesquisa, 203). 1998.

CASTRO, A.; BOVI, M. L. A. Assaí. In: Clay, J. W.; Clement, C. R. (Eds.). Selected species and strategies to enhance income generation from Amazonian forests. FAO Forestry Paper. Rome. p.58-67. 1993.

CHIFFOLEAU, Y.; DESCLAUX, D. Participatory plant breeding: the best way to breed for sustainable agriculture? International Journal of Agricultural Sustainability, 4:119-130. 2006.

CLEMENT, C. R. A Lógica do mercado e o futuro da produção extrativista. In: VI Simpósio Brasileiro de Etnobiologia e Etnoecologia, Sessão 5: O (neo) extrativismo é viável socioambientalmente? Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia, U. F. R. G. S., Porto Alegre, 2006.

CLEMENT, C. R.; ROCHA, S. F. R.; COLE, D. M.; VIVAN, J. L. Conservação on farm. In: NASS, L. L. (Ed.). Recursos genéticos vegetais. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 511-544.

CONAB. Análise mensal, açaí fruto. Março. 2019.

Disponível em: <https://www.conab.gov.br/.../analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai>. Acesso em: 20 de setembro. 2021.

CONWAY, G. The properties of agroecosystems. Agricultural Systems 24:95–117. 1987.

COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:323-332, 2008.

CUNHA NETO, F.V.; PEREIRA, M.G.; LELES, P.S.S.; ABEL, E.L.S. Atributos químicos e físicos do solo em áreas sob diferentes coberturas florestais e pastagem em Além Paraíba–MG. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 13-24, jan. - mar. 2018.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831569>

DARNET, S.; SERRA, J. L.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. A high-performance liquid chromatography method to measure tocopherols in assai pulp (*Euterpe oleracea*). Food Research International, v. 44, n. 7, p. 2107-2111, 2011.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.039>.

FERREIRA, E. Açaí Solteiro. In: SHANLEY, P. MEDINA, G. (Orgs.). Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica. Belém: CIFOR, Imazon, 2005.

FERNANDES, E. T. M. B. Caracterização de polpas de açaí do acre e processamento de néctar misto parcialmente desengordurado. Tese. (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia). Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC.2016. 102 f



FIEDLER, Nilton César; SOARES, Thelma Shirlen; SILVA, Gilson Fernandes. Produtos Florestais Não Madeireiros: Importância e Manejo Sustentável da Floresta. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, Vol.10 n. 2, p. 263-278. Jul/Dez 2008.

FREITAS, M.A.B.; MAGALHÃES, J.L.L.; CARMONA, C.P.; ARROYO-RODRÍGUE, V.; VIEIRA, I.C.G.; TABARELLI, M. Intensification of açai palm management largely impoverishes tree assemblages in the Amazon estuarine forest. *Biological Conservation* 261 (2021) 109251. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109251>.

FREITAS, M.A.B.; VIEIRA, I.C.G.; ALBERNAZ, A.L.K.M.; MAGALHÃES, J.L.L.; LEES, A.C. Floristic impoverishment of Amazonian floodplain forests managed for açai fruit production. *For. Ecol. Manag.* 351, 20–26. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.05.008>.

GOMES, AA.; SILVA, C.A.S.; PARFITT, J.M.B.; PAULETTO, E.A.; PINTO, L.F.S. Caracterização de indicadores da qualidade do solo, com ênfase às áreas de várzea do Rio Grande do Sul, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 40p. - (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 169). 2006.

GOMES, L. R. Conservação in situ / on farm de recursos genéticos vegetais. In: *Seminários em Genética e Melhoramento de Plantas*, 2009, Piracicaba. [Resumos]. Piracicaba: ESALQ, 2009. Disponível em: <http://www.genetica.esalq.usp.br/pub/seminar/LRGomes-200902-Resumo.pdf> Acesso em: 20 de agosto. 2019.

HALL, P.; BAWA, K. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. *Economic botany*. V47, n.3 p.234-247.1993.

HENDERSON, A. *The palms of the Amazon*. Oxford, University Press, New York, 362p.1995.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia? In: HOMMA, A. K. O. (Ed.). *Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 468 p.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama; NOGUEIRA, Oscar Lameira; MENEZES, Antônio José Elias Amorim; CARVALHO, José Edmar Urano; NICOLI, Clarisse Maia Lana; MATOS, Grimoaldo Bandeira; Açai: Novos desafios e tendências. *Amazônia: Ci. & Desenv*, Belém, v.1, n.2. 2006. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/578153/1/AcaiDesafiosTendencias.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2019.

IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS. IBGE. 2020. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=series-historicas>. Acesso em: 19 abril. 2022.

IBGE, Produção da Extração Vegetal e Silvicultura/ PEVS, Rio de Janeiro, v. 32, p. 1-8, 2017. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/15f538e9095614fc3204f828b22fa714.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/15f538e9095614fc3204f828b22fa714.pdf). Acesso em: 19 fev. 2019.

JARVIS, D.I.; BROWN, A.H.D.; CUONG, P.H.; COLLADO – PANDURO, L.; LATOURNIERE – MORENO, L.; GYAWALI, S.; TANTO, T.; SAWADOGO, M.; MAR, I.; SADIKI, M.; HUE, N.T.N.; ARIAS – REYES, L.; BALMA, D.; BAJRACHARYA, J.; CASTILLO, F.; RIJAL, D.; BELQADI, L.; RANA, R.; SAIDI, S.; OUEDRAOGO, J.; ZANGRE, R.S.P.; FADDA, C.; HODGKIN, T. A global perspective of the richness and evenness of traditional crop genetic diversity maintained by farming communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS (USA)*, 105:5326-5331. 2008.

KANG, J.; THAKALI, K. M.; XIE, C.; KONDO, M.; TONG, Y.; OU, B.; GITTE, J.; MEDINA, M.B.; SCHAUSS, A.G.; WU, X. Bioactivities of açai (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. *Food Chemistry* 133: 671-677. 2012.

KÜCHMEISTER, H.; GOTTSBERGER, I. S.; GOTTSBERGER, G. Flowering, pollination, nectar standing crop, and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae) an Amazonian rain forest palm. *Pl. Syst. Evol.*, 206: 71-97.1997.

LORENZI, H. *Flora brasileira: Arecaceae (palmeiras)*. Editora Plantarum, Nova Odessa. São Paulo. 2010.

LEITMAN, P.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L. ET AL. Arecaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/>. Acesso em: 13 julho 2019.

MACÍA, M.J.; ARMESILLA, P.J.; CÁMARA-LERET, R.; PANIAGUA-ZAMBRANA, N.; VILLALBA, S.; BALSLEV, H.; PARDO-DE-SANTAYANA, M. Palm Use in Northwestern South America: A Quantitative Review. *Bot. Rev.* 77: 462-570. 2011.

MARTINOT, J. F., PEREIRA, H. S., SILVA, S. C. P. Coletar ou Cultivar: as escolhas dos produtores de açai-da-mata (*Euterpe precatoria*) do Amazonas. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. Vol. 55, Nº 04, p. 751-766. Out/Dez 2017.

MARTINOT, J.F. Manejo agro-extrativista do açai-da-mata na Amazônia Central. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia) – Centro de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2013. 124p.

MATOS, Claudia Blair; SAMPAIO, Paulo; RIVAS, Alexandre A. F; MATOS, Joao C.S; HODGES, Donald G. Economic profile of two species of Genus *Euterpe*, producers of acai fruits, from the Pará and Amazonas States – Brazil. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)* Vol-2, Issue-4, July-Aug- 2017.

<http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/2.4.46>

ISSN: 2456-1878, [www.ijeab.com](http://www.ijeab.com) Page | 1822.

MEDINA, G.; POKORNY, B.; CAMPBELL, B. Community forest management for timber extraction in the Amazon frontier. *International Forestry Review*, v. 11, p. 408-420. 2009.

NOGUEIRA, O.L; CARVALHO, C.J.R.; MULLER, C.H; GALVÃO, E.U.P; SILVA, H.M; RODRIGUES, J.E.L.F; OLIVEIRA, M do S.P.; CARVALHO, J.E.U.; ROCHA NETO, O.G.; NASCIMENTO, W.M.O.; CALZAVARA, B.B.G. *A Cultura do Açai*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 50p. (Coleção Plantar, 26).

NOGUEIRA, O.L.; CONCEIÇÃO, H.E.O. Análise de crescimento de açaizeiros em áreas de várzea do estuário Amazônico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.2167- 2173. 2000.

NOGUEIRA, Sônia Regina; SILVA, Iriana Maria; MACEDO, Paulo Eduardo França; LUNZ, Aurenny Maria Pereira; ANDRADE NETO, Romeu de Carvalho. Controle de Antracnose em Açaí-solteiro (*Euterpe precatoria*) no Acre. Comunicado Técnico 197 ISSN 0100-8668. Rio Branco, AC. Dezembro, 2017.

OLIVEIRA, Maria do Socorro Padilha; FARIAS NETO, João Tomé; MATTIETTO, Rafaella de Andrade; MOCHIUTTI, Silas; CARVALHO, Ana Vânia. Açaí. *Euterpe oleracea*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017  
Disponível: <http://www.iica.int>. Acesso: em maio de 2019.

PACHECO-PALENCIA, L., DUNCAN, C. E. e TALCOTT, S. T. Phytochemical Composition and Thermal Stability of Two Commercial Açaí Species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. *Food Chemistry*. Institute of Food and Agricultural Sciences – University of Florida, Food Chemistry, v. 115, n. 4, p. 1199-1205, 2009.  
Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609000715>  
Acesso em: maio 2019.

PEGLER. L. Peasant inclusion in global value chains: economic upgrading but social downgrading in labour processes? *Journal of Peasant Studies* 42(5):1-28. 2015.

PEREIRA, Camila Maciel de Souza; ASSIS, William Santos; SÁ, Tatiana Deane de Abreu. Extrativismo de produtos florestais não madeireiros na Amazônia: conjuntura, políticas públicas e experiências. *Amazônia: Ci.& Desenvolvimento*, Belém, v. 13, n. 23, jul./dez. 2016.

PINTO, A.; AMARAL, P.; GAIA, C.; OLIVEIRA, W. Boas práticas para manejo florestal e agroindustrial de produtos florestais não madeireiros: açaí, andiroba, babaçu, castanha-do-brasil, copaíba e unha-de-gato. Belém, PA: Imazon; Manaus, AM: Sebrae-AM, 2010.

PINTO, Fabiana Rocha. Análise produtiva de sistemas agroextrativistas de Açaí-da-mata (*Euterpe precatoria* Mart.) na Amazônia central. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas. 2018. 152 p.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D.V.; COSTA, L.M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. *R. Bras. Ci. Solo*, 34:575-585, 2010.

RANA, R.B.; GARFORTH, C.J.; STHAPIT, B.R. Farmers' management of rice varietal diversity in the mid-hills of Nepal: implications for *on-farm* conservation and crop improvement. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*, 7:50-62. 2008.

RAMOS, Santiago Linorio Ferreyra; LOPES, Maria Teresa Gomes; LOPES, Ricardo; DEQUIGIOVANNI, Gabriel; MACÊDO, Jeferson Luis Vasconcelos; SEBBENN, Alexandre Magno; SILVA, Edson Barcelos; GARCIA, José Nivaldo. Mating system analysis of Açaí-do-Amazonas (*Euterpe precatoria* Mart.) using molecular markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. v 19: 120-124, 2019.

REIS, A. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius – (Palmas) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana de enconsta atlântica em Blumenau, SC. Campinas. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas. 1995. 154p.

ROCHA, Elektra. Potencial ecológico para o manejo de frutos de açazeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) em áreas extrativistas no Acre, Brasil. Acta Amazônica. v. 34(2): 237 – 250. 2004.

ROCHA, Elektra. Aspectos ecológicos e sócio-econômicos do manejo de *Euterpe precatoria* Mart. (Açaí) em áreas extrativistas no Acre, Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo. São Carlos. 2002.

ROCHA, Elektra; VIANA, Virgílio Mauricio. Manejo de *Euterpe precatoria* Mart. (Açaí) no seringal Caquetá, Acre, Brasil. Scientia Forestalis. n. 65, p. 59-69, jun. 2004.

SANTOS, I. H. V. S.; AZEVEDO, M. S.; BASTOS, W, R.; SANTOS, M. R. A. Nutritional value in processed products of acai (*Euterpe precatoria*), na Amazonian fruit. International journal of current Research, v. 8, p. 42809-42814. 2016.

SIQUEIRA, Jhassem Antônio Silva. A cadeia de valor do açaí: uma estratégia sistêmica na conservação dos agroecossistemas amazônicos no município de Carauari-AM. Teses (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) Universidade Federal do Amazonas. 2018. 238 p.

SOUZA, A.G.C.; SOUSA, N.R; SILVA, S.E.L.; NUNES, C.D.M; CANTO, A..C; CRUZ, L.A. A. Fruteiras da Amazônia. Brasília: EMBRAPA/ SPI; Manaus: EMBRAPA/ CPAA, 1996.

SOUZA, L.A.S.; JARDIM, M.A.G. Produção foliar de mudas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em área de vegetação secundária no Nordeste Paraense. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v.5, supl.1, n.2, p.225-227, 2007.

TAGORE, Márcia de Pádua Bastos; MONTEIRO, Marcílio de Abreu; CANTO, Otávio. A cadeia produtiva do açaí: estudo de caso sobre tipos de manejo e custos de produção em projetos de assentamentos agroextrativistas em Abaetetuba, Pará. Amazônia, Organizações e Sustentabilidade-AOS, Brasil, v.8, n.2, jul/dez. 2019. p. 99-112.

DOI - <http://dx.doi.org/10.17800/2238-8893>. ISSN online: 2238-8893

TAGORE, Márcia de Pádua Bastos; CANTO, Otávio; SOBRINHO, Mário Vasconcellos. Políticas públicas e riscos ambientais em áreas de várzea na Amazônia: o caso do PRONAF para produção do açaí. Desenvolv. Meio Ambiente, v. 45, p. 194-214, abril 2018.

VALIANTE, J. O.; SIENA, O. Produção Sustentável em Reservas Extrativistas. Rio Branco (Acre), Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER). 20 a 23 de julho de 2008.

VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos; MULLER, Antônio Agostinho; COSTA, Milton Garcia; FERREIRA, Eric Victor de Oliveira; PINHEIRO, Daniel Pereira; CAMPOS, Pedro Silvestre da Silva. Determination of the standard leaf for nutritional diagnosis of assai palm plants. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, 2022, v. 44, n. 3: (e-078).

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452022078>. ISSN 0100-2945.

VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos; MEIRELES, Rubens de Oliveira; FRAZÃO, Dílson Augusto Capucho; CONCEIÇÃO, Heráclito Eugênio Oliveira. Avaliação da fertilidade de um latossolo amarelo textura média para o cultivo do açaizeiro no estado do Pará. Rev. ciênc. agrár., Belém, n. 52, p. 23-36. 2009.

VOGT, N.D.; PINEDO-VASQUEZ, M.; BRONDÍZIO, E.S.; ALMEIDA, O.; RIVERO, S. Forest transitions in mosaic landscapes: smallholder's flexibility in land-resource use decisions and livelihood strategies from world war II to the present in the Amazon estuary. Soc. Nat. Resour. 28, 1043–1058. 2015.

<https://doi.org/10.1080/08941920.2015.1014603>

WADT, L. H.O.; RIGAMONTE-AZEVEDO, O.C.; FERREIRA, E.J. L.; CARTAXO, C.B.C. Manejo de açaí solteiro (*Euterpe precatoria* Mart.) para produção de frutos. Rio Branco, AC: Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar. 2004. Documento Técnico - Seprof 02.

YAMAGUCHI, K.K.L.; PEREIRA, L.F.R.; LAMARÃO, C.V.; LIMA, E.S.; VEIGAJUNIOR, V.F. Amazon açaí: chemistry and biological activities: Review, Food Chemistry, v179, p137-151, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.055>.

YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; SILVA-FILHO, D.F.; YUYAMA, K.; VAREJÃO, M.J.; FÁVARO, D.I.T.; VASCONCELLOS, M.B.A.; PIMENTEL, S.A.; CARUSO, M.S.F. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. Acta Amazônica, vol.41, n.4, Manaus. 2011.

## **CAPÍTULO I**

### **CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS AGROEXTRATIVISTAS DE AÇAÍ-DO-AMAZONAS EM CODAJÁS**

## CAPÍTULO I: CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS AGROEXTRATIVISTAS DE AÇAÍ-DO-AMAZONAS EM CODAJÁS

### RESUMO

O aumento da demanda pelo açaí (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart) no mercado nacional e internacional tornou-se uma das alternativas mais promissoras de geração de renda sustentável para comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira. No estado do Amazonas, em Codajás, *E. precatoria* (açaí-do-amazonas) é bastante abundante e encontrada em populações naturais na região. O manejo da espécie tem sido intensificado, tanto pela coleta e manejo em áreas de açazais nativos (matas nativas), bem como pelo cultivo em novas áreas, seja em monocultivos ou consórcios. Portanto, esse estudo buscou avaliar aspectos socioeconômicos, ambientais e características gerais dos diferentes sistemas de produção e manejo do açaí-do-amazonas, praticado por agroextrativistas, em Codajás. O município situa-se à margem esquerda do rio Solimões, nas coordenadas geográficas: 3° 50' 14" Sul, 62° 3' 27" Oeste. A pesquisa foi realizada entre janeiro e fevereiro de 2022, a partir de uma amostragem constituída de 15 agroextrativistas que atuam na produção/extração de açaí e responsáveis pela propriedade, com aplicação de 15 questionários semiestruturados, com perguntas abertas e fechadas, sendo abordados aspectos da família, da propriedade, da renda, do manejo dos açazais (uso de adubação, irrigação, manejo de pragas e doenças, tratos culturais, entre outros), produção, comercialização e aspectos ambientais. Foram avaliados quatro (4) tipos de sistemas de manejo do açaí-do-amazonas: floresta extrativa, floresta manejada, monocultivo e consórcio. Os resultados mostraram que o açaí tem grande valor socioeconômico, cultural e ambiental para a população de Codajás, sendo a base da economia no município. Nos sistemas nativos, o açaí na floresta extrativa somente ocorre a coleta de frutos, mas no sistema floresta manejada, além da coleta ocorre o manejo com a eliminação de algumas espécies e de cipós, com a finalidade de aumentar a intensidade luminosa do sistema e aumento da produção de frutos do açazeiro, bem como a limpeza através de capinas. Os sistemas de cultivo são implantados com *E. precatoria* ocorrendo a domesticação da espécie com a seleção de fenotípica, ocorre também uma pressão da seleção no processo de domesticação em relação ao ambiente, pois as áreas de açazais nativos estão próximas a corpos d'água e ambiente mais úmidos, ou seja, maior disponibilidade de água em relação aos sistemas cultivados. Os sistemas de manejos de açaí cultivados apresentam baixa dependência a insumos externos, com práticas tradicionais. O consórcio destaca-se pela diversidade no sistema, além de proporcionar diversidade de produtos para consumo/venda melhorando a economia e a segurança alimentar. Não há uma padronização de manejo nos sistemas de açazais e são realizados em função do conhecimento empírico, trocas de experiência entre os agroextrativistas e de alguns conhecimentos técnicos. O manejo na floresta que vem sendo realizados em Codajás com a espécie *E. precatoria*, pode ser uma forma de aumentar a produção e reduzir o desmatamento, porém deve ser mais bem estudado, para não ocorrer a perda da diversidade das espécies como está ocorrendo com a *E. oleracea*. Ademais, apesar da importância da cultura na região estudada, alguns entraves precisam ser superados para melhorar a cadeia produtiva. Ainda são incipientes os resultados de pesquisa para a espécie *E. precatoria*, portanto há necessidade de novos estudos que possam contribuir com a expansão dessa cultura, principalmente em populações nativas como as encontradas em Codajás.

**Palavras-chave:** Manejo, Socioeconomia, sustentabilidade ambiental. *Euterpe precatoria*. Mart.

## CHAPTER I: CHARACTERIZATION OF AGROEXTRACTIVE SYSTEMS OF AÇAÍ-DO-AMAZONAS IN CODAJÁS

### ABSTRACT

The increase in demand for açaí (*Euterpe oleracea* Mart. and *Euterpe precatoria* Mart) in the national and international market has become one of the most promising alternatives for generating sustainable income for riverside communities in the Brazilian Amazon. In the state of Amazonas, in Codajás, *E. precatoria* (Amazon açaí) is quite abundant and found in natural populations in the region. The management of the species has been intensified, both through collection and management in areas of native açaí groves (native forests), as well as through cultivation in new areas, either in monocultures or consortia. Therefore, this study sought to evaluate socioeconomic and environmental aspects and general characteristics of the different production and management systems of açaí-do-amazonas, practiced by agro-extractivists, in Codajás. The municipality is located on the left bank of the Solimões River, at the geographical coordinates: 3° 50' 14" South, 62° 3' 27" West. The research was carried out between January and February 2022, based on a sample consisting of 15 agro-extractivists who work in the production/extraction of açaí and responsible for the property, with the application of 15 semi-structured questionnaires, with open and closed questions, addressing aspects of the family, housing, patrimony, income, the management of açaí groves (use of fertilization, irrigation, pest and disease management, cultural practices, among others), production, marketing and environmental aspects. Four (4) types of management systems for the Amazon açaí were evaluated: extractive forest, managed forest, monoculture, and intercropping. The results showed that açaí has great socioeconomic, cultural, and environmental value for the population of Codajás, being the basis of the economy in the municipality. In native systems, açaí in the extractive forest only collects fruits, but in the managed forest system, in addition to collection, management takes place with the elimination of some species and lianas, to increase the light intensity of the system and increase of the production of açaí fruit, as well as cleaning through weeding. The cultivation systems are implanted with *E. precatoria*, the domestication of the species occurs with the selection of phenotypic, there is also a pressure of selection in the domestication process in relation to the environment, as the areas of native açaí groves are close to bodies of water and more humid environment, that is, greater availability of water in relation to cultivated systems. The management systems of cultivated açaí present low dependence on external inputs, with traditional practices. The consortium stands out for its diversity in the system, in addition to providing a diversity of products for consumption/sale, improving economy and food safety. There is no standardization of management in the açaí grove systems, and they are carried out based on empirical knowledge, exchanges of experience between agro-extractivists and some technical knowledge. The forest management that has been carried out in Codajás with the species *E. precatoria*, can be a way to increase production and reduce deforestation, but it must be better studied, so as not to lose species diversity as is happening with *E. oleracea*. In addition, despite the importance of culture in the studied region, some obstacles need to be overcome to improve the production chain. Research results for the species *E. precatoria* are still incipient, so there is a need for new studies that can contribute to the expansion of this culture, especially in native populations such as those found in Codajás.

**Keywords:** Management, Socioeconomy, environmental sustainability. *Euterpe precatoria*. Mart.



## 1. INTRODUÇÃO

A floresta amazônica abriga diversas espécies frutíferas, dentre elas o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Martius. e *Euterpe precatoria* Martius), com potencial agrônômico, tecnológico, nutricional e econômico (YUYAMA et al., 2011). O açaizeiro tem diferentes usos para todas as partes da planta, das folhas às raízes. Contudo, o uso mais expressivo é para a produção do “vinho do açaí”, bebida obtida da maceração dos frutos maduros para obtenção da polpa espessa e de cor violácea (MATOS et al., 2017).

Nas últimas décadas, houve um crescimento de demanda do açaí no mercado nacional e internacional (MACÍA et al. 2011; MATOS et al., 2017), principalmente, devido ao seu valor nutracêutico (DARNET et al., 2011; MATOS et al., 2017). Essa demanda fez com que o açaí se tornasse uma das mais promissoras alternativas de geração de renda sustentável para comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira (MACÍA et al., 2011).

A região Norte do país concentra a maior parte da produção de açaí, com Pará e Amazonas respondendo por 87,5% do total. O estado do Pará é o maior produtor mundial de açaí, tendo dobrado sua produção nos últimos 10 (dez) anos, é o maior exportador brasileiro, seguido do Amazonas. O estado do Maranhão aumentou a extração de açaí nos últimos cinco anos (CONAB, 2019).

No estado do Amazonas, em Codajás, *E. precatoria* (açaí-do-amazonas) é uma espécie bastante abundante e encontrada em populações naturais na região. No entanto, devido à grande demanda pelo seu fruto há um aumento da produção, seja mediante coleta em áreas extrativas como também pela expansão de seu cultivo. Assim o manejo da espécie tem sido intensificado, tanto pela coleta em áreas de açaizais nativos (matas nativas), bem como pelo plantio em novas áreas seja em consórcios ou monocultivos.

Nos sistemas de manejo, em áreas de açaizais nativos, praticados pelos agroextrativistas, em Codajás, encontra-se a floresta extrativa, onde somente ocorre a exploração de frutos de açaí, sem a ocorrência de maior interferência antrópica, no ambiente de coleta. O outro sistema de manejo de açaí nativo é a floresta manejada, denominado pelos agroextrativistas de “bosqueamento”. São áreas de floresta que ocorre a extração dos frutos e o manejo da floresta. Nesse sistema, ocorre a eliminação de algumas espécies de plantas intencionalmente, ocasionando a abertura de clareiras, desta forma favorecendo as plantas de açaí.

Nos sistemas cultivados encontram-se o monocultivo e consórcio, porém esses sistemas são implantados com plantas de açaí nativo (*E. precatoria*). No consórcio ocorre o domínio de

espécies plantadas dependendo do interesse do agricultor, para geração de renda e/ou consumo da família.

Sendo o açaí-do-amazonas um produto florestal e que representa um grande potencial econômico para as comunidades extrativistas da Amazônia brasileira, o aumento da produção oriunda de populações naturais é evidente. Contudo, torna-se necessário que técnicas de manejo adequadas sejam definidas para se assegurar a sustentabilidade dos sistemas produtivos (WADT et al., 2004). Desta forma, o estudo dos sistemas de manejo praticados pelos agroextrativistas, em Codajás, torna-se de fundamental importância. Bem como, os aspectos socioeconômicos, tecnológicos e ambientais que norteiam esses sistemas de produção de açaí, devem ser avaliados.

Apesar do aumento da demanda pelo açaí e de ser uma atividade promissora a existência de alguns gargalos na cadeia produtiva são evidentes, entre os quais está a falta de conhecimento sobre as características dos diferentes ambientes tradicionais de produção do fruto (PEGLER, 2015; PINTO, 2018; SIQUEIRA et al., 2021). Segundo Pinto (2018) a produção em escala comercial ainda apresenta gargalos, em razão a rusticidade dos atuais sistemas de produção, as pequenas áreas onde são cultivadas, a sazonalidade e limitações do processo de extrativismo, a domesticação incipiente da espécie, sua adaptabilidade em condições bióticas diferenciadas, a própria condição socioeconômica dos extratores de açaí e as variações mercadológicas.

Nesse contexto, informações técnicas poderão servir de base para compreensão dos diferentes sistemas de manejo adotados na região e corroborar para o desenvolvimento da cultura com práticas mais sustentáveis. Além de poder contribuir para melhor conhecimento da espécie *Euterpe precatoria*, pois apesar do aumento da demanda pelos seus frutos, ainda são incipientes resultados de pesquisas para esta espécie.

Portanto, esse estudo buscou avaliar aspectos socioeconômicos, ambientais e características gerais relacionados aos diferentes sistemas de produção e manejo de *Euterpe precatoria*, que vêm sendo praticado por agricultores familiares/agroextrativistas no município de Codajás.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado no município de Codajás, localizado no estado do Amazonas, Brasil, situada à margem esquerda do rio Solimões, nas coordenadas geográficas: 3° 50' 14" Sul, 62° 3' 27" Oeste (Figura 1). O clima é equatorial, classificado com "Af" (Köppen), sendo

quente e úmido, com ocorrência de chuvas no decorrer do ano. A temperatura média anual é de 27,5° C. O declínio de temperatura ocorre nos meses de junho/julho. As chuvas ocorrem no período de outubro a junho. O relevo é plano, com leve ondulação, contendo planícies aluviais (várzeas) periodicamente inundadas, composta de sedimentos aluvionares e margosos do período quaternário e contendo os mais produtivos biótipos pesqueiros, fornecendo extensa área de águas e diversidade de “habitat” com intensa atividade e altas taxas de produtividade biológica. Codajás possui área territorial de 18.700,713 km<sup>2</sup>, população estimada de 29.691 pessoas e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0.563, considerado baixo (IBGE, 2021).

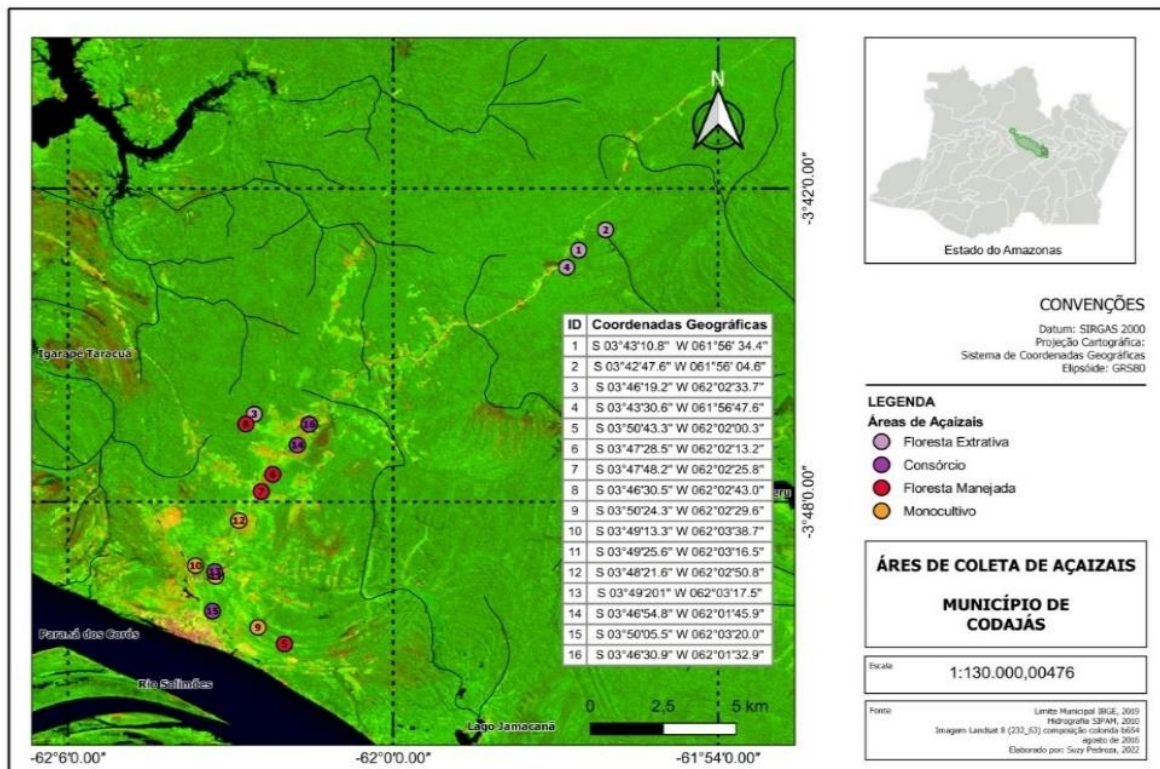


Figura 1. Mapa das áreas de coleta de *Euterpe precatoria* Mart. do município de Codajás, no Estado do Amazonas.  
Fonte: Silva, S. C. P (2022).

## 2.2. Aspectos socioeconômicos, tecnológicos e ambientais dos sistemas de produção de açaizais nativos e plantados

Buscou-se caracterizar os aspectos socioeconômicos, tecnológicos e ambientais dos sistemas de produção de açaizais nativos e plantados. Os dados foram obtidos a partir de uma amostragem constituída por 15 agroextrativistas que atuam na produção/extração de açaí, com propriedades rurais localizadas nos ramais Quarenta, São José e Moady (seringal nativo) e ao

longo da estrada Codajás/Anori, entre os KM 2 e 22 no município de Codajás-AM. Segundo Dias; Paulo; Mafra (2022), a área geográfica que se tornou conhecida pela extração/produção de açaí em Codajás, ocorre principalmente nos ramais do Retiro, Moady, Araçá, Miuá e na estrada Ozires Monteiro, que liga Codajás a Anori.

De acordo com Marinho; Ribeiro (2009), as principais áreas de produção de açaí no município estão localizadas próximo a cidade, em sítios da estrada Codajás/Anori e nos ramais próximos. No entanto, para esses autores não é pelo fato dessas localidades terem uma maior incidência de açaizais nativos, mas sim pela facilidade de escoamento da produção, já que o fruto do açaí é um produto altamente perecível. Justificando o *locus* da pesquisa.

A pesquisa de campo foi realizada entre janeiro e fevereiro de 2022 envolvendo a aplicação de 15 questionários semiestruturados com perguntas abertas e fechadas, onde foram abordados aspectos da família, da propriedade, da renda, do manejo de açaizal (uso de adubação, irrigação, manejo de pragas e doenças, tratos culturais, entre outros), produção, comercialização e aspectos ambientais. Foram realizadas observações durante as entrevistas e no campo, sendo anotadas em caderneta de campo de forma participativa com os agroextrativistas. Efetuou-se registros fotográficos e todas as áreas de estudo foram georreferenciadas com aparelho receptor do Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Foi assinado o Termo de Anuência pela Gerência Local do Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM), do município de Codajás, para o consentimento das entrevistas. Em todos os questionários aplicados nas entrevistas, o pedido de autorização aos dados individuais foi por meio do Termo de Anuência e Termo de Consentimentos Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelos entrevistados. A realização desse estudo e instrumentos utilizados para a coleta dos dados foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM), sob o CAAE nº 30659720.0.0000.5020, parecer nº 4.052.741.

### **2.3. Sistemas de produção e manejo de açaizais avaliados**

Foram avaliados 4 tipos de sistemas de manejo e produção do açaí-do-amazonas que são praticados pelo agroextrativistas de Codajás: floresta extrativa (em uma das propriedades foram avaliadas duas áreas de extração), floresta manejada, monocultivo e consórcio.

Dentro de cada sistema foram delimitadas 4 parcelas, constituídas de uma área de 30 m x 20 m (600 m<sup>2</sup>) cada, a qual foi dividida em 3 subparcelas de 10 m x 20 m distribuídas

aleatoriamente nos diferentes sistemas de manejo, essa divisão teve como objetivo avaliar as características químicas e físicas do solo que serão abordadas em outro capítulo.

## **2.4. Análise dos dados**

Os dados coletados foram tabulados usando o programa Excel 2016 e analisados por meio de estatística descritiva (SOUZA, 2019), conforme metodologia sugerida por Mancuso et al. (2018). A estatística descritiva permite a organização e a descrição de um conjunto de dados observados em uma amostra ou população, a partir do uso de tendências, médias e variações (COSTA NETO, 2002; LARSON; FARBER, 2010). O tratamento dos dados e a descrição gráfica foi realizada pelos programas Excel 2016 e pelo programa PAST versão 4.11 (HAMMER et al. 2001).

Foi realizado também um levantamento de forma observacional, e utilizando os resultados das entrevistas e as observações em campo, através da análise descritiva, foi elaborado uma matriz (PINTO, 2018), para avaliar os sistemas de manejo (Floresta extrativa, Floresta manejada, Monocultivo e Consórcio). Na matriz foram avaliadas características qualitativas de nove variáveis: toposequência (em função das áreas avaliadas estarem em topografia plana e ecossistema de terra firme, foi considerada as diferenças de disponibilidade de água no solo, ou proximidades de corpos d'água); intensidade de manejo (alta, média e baixa); intensidade de luz (alta, média e baixa); irrigação (presença e ausência); adubação (presença e ausência); limpeza da área (roçagem, capina e ausência); cobertura do solo (alta, média e baixa); distribuição do açaí (uniforme e agrupado) e diversidade do sistema (alta, média e baixa).

Em relação aos dados da caracterização dos sistemas produtivos foi avaliada a similaridade, utilizando o índice de similaridade de Jaccard entre nove características qualitativas e as áreas dos sistemas de produção, além da análise multivariada via agrupamento "Cluster" (95%). Para o cálculo dos índices e análise de agrupamento foi utilizado o programa PAST versão 4.11. (HAMMER et al. 2001).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Caracterização social dos agroextrativistas**

Dos 15 agroextrativistas entrevistados neste estudo, 10 eram do gênero masculino (66,6 %) e 5 eram gênero feminino (33,3%). Como um dos critérios para participação do estudo foi ser o responsável pela propriedade rural, o gênero masculino se destacou como principal

responsável pela liderança e execução das atividades agrícolas. Contudo não se descarta a importância do gênero feminino nas atividades do agroextrativismo do açaí. Segundo Silva et al. (2016), a predominância do sexo masculino em relação ao feminino pode ser explicada, por uma maior demanda de mão de obra masculina em atividades agroextrativistas.

A faixa etária dos entrevistados variou entre 25 até 72 anos, sendo a média de 54 anos. Os com até 50 anos de idade corresponderam a 33,3% e os acima de 51 anos a 66,67% (Figura 2). Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Almeida et al. (2019) e Souza; Silva; Souza (2019). Tais resultados podem estar relacionados ao papel dos entrevistados terem a responsabilidade pela propriedade rural. Ademais, por ser uma questão cultural e pela própria importância da cultura do açaí no município de Codajás, alguns desses agroextrativistas da cadeia do açaí iniciaram, ainda muito jovens, suas atividades rurais.

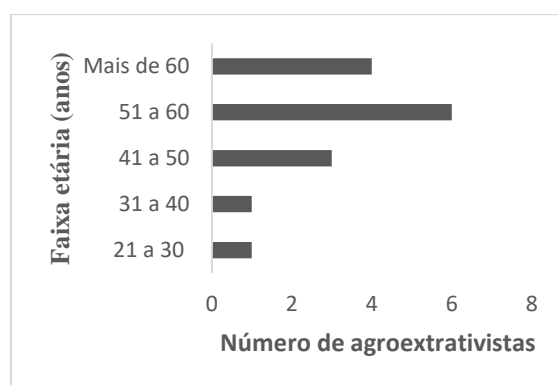


Figura 2. Faixa etária entre os agroextrativistas entrevistados no município de Codajás-AM (n=15).

Em relação a naturalidade, todos os agroextrativistas entrevistados eram amazonenses, sendo 93,3 % do município de Codajás e 6,67% de Coari. Esse resultado pode estar relacionado com a própria importância sociocultural, econômica e ambiental da cultura do açaí no município de Codajás, pois a *Euterpe precatoria* é uma espécie nativa da região. Codajás é conhecida culturalmente como a “Terra do Açaí”, onde é realizada uma festa em comemoração à produção do fruto açaí, que alavanca a economia da cidade, visto que a maioria das famílias está envolvida na cadeia de valor do açaí (DIAS; PAULO; MAFRA, 2022). Ademais, alguns dos entrevistados, em especial os mais idosos, mencionaram que seus antepassados já comercializavam o vinho do açaí que era vendido na panela pelas ruas de Codajás.

Observou-se que cerca de 40 % dos agroextrativistas do açaí-do-amazonas entrevistados não conseguiram concluir o ensino fundamental. No entanto, 33,3% concluíram o ensino médio, 13,3% com ensino superior incompleto e 13,3% com superior completo (Figura 3).

Esses resultados se assemelham aos encontrados por Santana (2006) e diferem de outros estudos que encontraram percentuais bem mais elevados em relação aos que possuem ensino fundamental incompleto e até analfabetismo (ALMEIDA et al., 2021; NOBREGA; LIMA; DANTAS NETO, 2011; RODRIGUES; SIMÃO; PETRY, 2018; SOUZA, 2019).

Alguns estudos ao investigarem a escolaridade de agricultores familiares no interior do estado do Amazonas, encontraram índices de escolaridade bem mais baixos que os encontrados nesse estudo (RODRIGUES; SIMÃO; PETRY, 2018; SOUZA, 2019). Dessa forma, deduz-se que os resultados obtidos nesse trabalho podem estar relacionados ao fato de que a população entrevistada possuem suas propriedades próximas a sede do município, situação que facilita o acesso as escolas. Segundo Marinho; Schor (2012), alguns agroextrativistas de Codajás possuem casa tanto na cidade quanto no meio rural, tal fato corrobora com esse estudo.

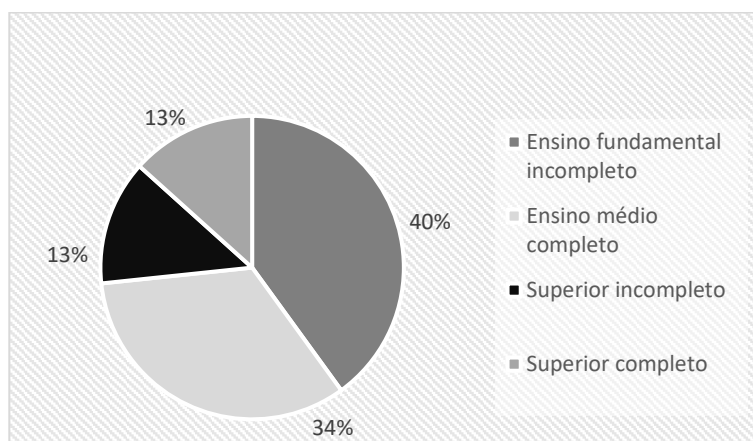


Figura 3. Escolaridade entre os agroextrativistas entrevistados no município de Codajás-AM (n =15).

Melhorar o nível educacional formal dos agricultores é questão unânime para os estudiosos nesta área, não somente pela garantia constitucional do acesso à educação formal, mas também por poder permitir o acesso destes as novas tecnologias ou aprimoramento das já existentes e é um importante instrumento de geração de renda, promovendo autonomia e empoderamento das populações que vivem nas zonas rurais. Além disso, o direito à educação pode ser importante estratégia para manter os jovens nas comunidades rurais e, conseqüentemente, na agricultura familiar, reproduzindo assim o conhecimento passado de pai para filho (GOMES; NOGUEIRA; COSTA, 2018).

O tempo de experiência dos agroextrativistas em relação a agricultura/agroextrativismo do açaí variou entre 4 e 65 anos com média de 29,2 anos. Observa-se que 46,6% dos

entrevistados possuem mais de 30 anos de experiência e os com menos de 10 anos são 26,6% (Figura 4). A grande maioria dos entrevistados com mais de 30 anos de experiência iniciaram suas atividades, com o agroextrativismo do açaí, dentre as fases criança e jovem. Esse resultado demonstra a importância sociocultural e econômica da cultura do açaí no município de Codajás. Segundo Marinho; Schor (2012) o comércio de açaí é a principal atividade geradora de renda para o município de Codajás, interferindo diretamente na sua atividade econômica e, conseqüentemente, na renda de seus habitantes.

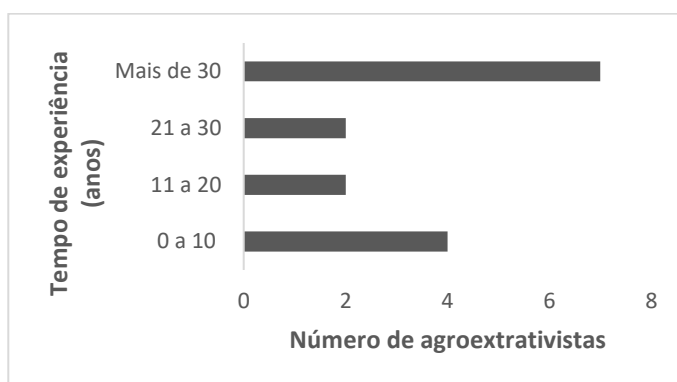


Figura 4. Tempo de experiência dos agroextrativistas na agricultura/extrativismo do açaí, município de Codajás-AM (n=15).

Em relação à quantidade de pessoas registradas por núcleo familiar, o maior percentual observado foi para as famílias compostas por até 2 pessoas com 40% e o menor foi de 7 a 8 pessoas com 13,3% (Figura 5). Quanto aos gêneros do grupo familiar cerca de 51% eram masculinos e 49% femininos.

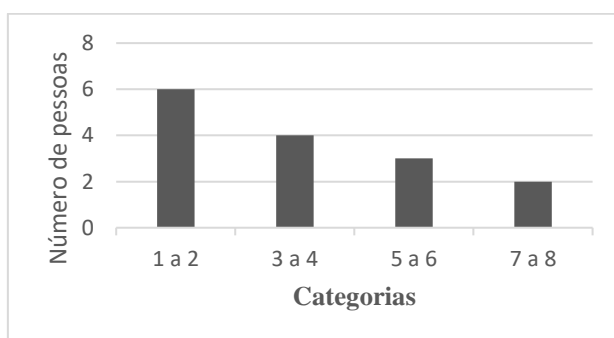


Figura 5. Número de pessoas por núcleo familiar entre os agroextrativistas de açaí no município de Codajás-AM (n = 15).



A Tabela 1 mostra as classificações das faixas etárias encontradas para os membros do núcleo familiar dos agroextrativistas de açaí, no município de Codajás. Observa-se que a faixa etária de adultos (26 a 59 anos) apresentou o maior percentual, com 52,63% e a de criança (0 a 12 anos), o menor, com 5,26%.

Tabela 1. Faixa etária entre os núcleos familiares entre os agroextrativistas de açaí no município de Codajás-AM.

Categoria Faixa etária		Frequência absoluta	Frequência percentual
Intervalo (anos)	Classificação		
0 a 12	Criança	3	5,26 %
13 a 18	Adolescente	10	17,54 %
19 a 25	Jovem	6	10,52 %
26 a 59	Adulto	30	52,63 %
≥ 60	Idoso	8	14,03 %
<b>Total</b>		<b>57</b>	<b>100 %</b>

Apesar dos resultados demonstrarem maior porcentagem do grupo familiar registrado para as famílias formadas por uma ou duas pessoas, encontraram-se, ainda, famílias contendo um maior número de pessoas e com diferentes faixas etárias, desde crianças à idosos. Esses resultados corroboram com Souza (2019), diferindo somente em relação ao maior percentual da faixa etária, pois neste estudo foi para os adultos (Tabela 1) e naquele, foi para as crianças.

### 3.2. Principais atividades geradoras de renda da família

A principal atividade geradora da renda do grupo familiar dos agroextrativistas, em sua grande maioria, é originada da cultura do açaí. No entanto, outras atividades são desenvolvidas devido, principalmente, a sazonalidade da cultura. Ademais, as propriedades rurais dos entrevistados ficam próximas a sede do município, o que facilita o desenvolvimento de outras atividades fora da agricultura/extrativismo. Dentre as outras formas de composição da renda familiar relatadas estão: auxílios governamentais (aposentadorias, auxílio-doença, pensão), emprego no funcionalismo público, autônomo, comércio varejista, pesca, outras formas de serviços assalariados, entre outros. A soma mensal da renda do grupo familiar dos entrevistados variou entre R\$ 1.200,00 e R\$ 6.000,00. O valor relatado pelos entrevistados gerados pela venda do açaí/safra variou entre R\$ 8.000,00 e R\$ 70.000,00. Em estudo avaliando a atividade agroextrativista de açaí no Amazonas, Martinot; Pereira; Silva (2017), mostraram que a renda gerada por essa atividade representou importante complemento econômico para as famílias.

Segundo Fraxe; Pereira; Witkoski (2011) e Gomes; Nogueira; Costa (2019) os agricultores familiares amazônicos se caracterizam por exercerem uma pluralidade de atividades produtivas que são fundamentais para complementar seus rendimentos e suas necessidades de sobrevivência. De acordo com Marinho; Schor (2012) a pluralidade atua em Codajás de forma inversa, é exercida pelos moradores da cidade que para manter ou complementar a renda utilizam-se de produções agrícolas e/ou, extrativas (açai) e/ou animal (pesca).

### 3.3. Caracterização da propriedade

O tamanho total das propriedades investigadas variou entre 4 ha e 1.200 ha, a média foi de 177 ha (Figuras 6). No entanto, esse valor somente foi mais elevado em função de uma das propriedades apresentar 1200ha (propriedade corresponde a duas áreas de floresta extrativa avaliada), porém a maioria das propriedades possuem área total abaixo de 100 ha. Os agroextrativistas não relataram a existência de áreas com pastagem e somente um relatou a existência de capoeira (umas das áreas de consórcio).

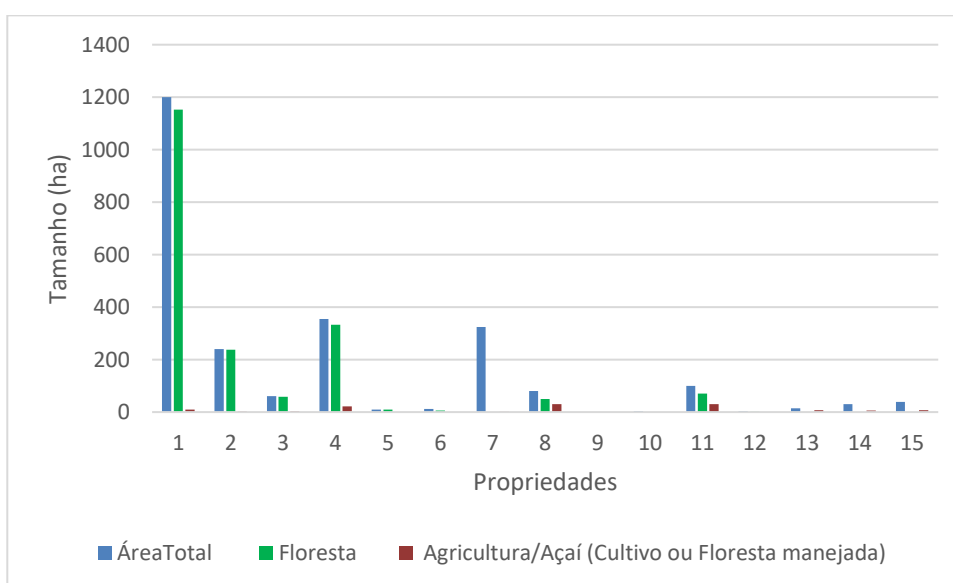


Figura 6. Tamanho e ocupação vegetal das propriedades investigadas.

As principais culturas relatadas pelos agroextrativistas que existem nas propriedades foram: o açaizeiro com 100%, seguido do cupuaçuzeiro com 66,67%, a castanheira com 40%, pupunheira e tucumanzeiro, ambas com 26,67%. As demais culturas apareceram em menores frequências (Tabela 2). Souza (2019) encontrou, nas propriedades avaliadas, a cultura do açaí (71%), a cultura do cupuaçu (57%), seguida pela produção de coco e tucumã (ambos com 50%).

Foram relatadas 20 espécies de 14 famílias botânicas. As Arecaceae, com 4 espécies, Euphorbiaceae, Malvaceae e Fabaceae, todas com 2 espécies, foram as principais famílias botânicas relatadas pelos agroextrativistas entrevistados (Tabela 2).

Tabela 2. Registro de espécies e famílias botânicas presentes nas propriedades, relatados pelos agroextrativistas entrevistados no município de Codajás-AM (n=15).

PLANTA	ESPÉCIE	FAMÍLIA	P./P. (%)
Mangueira	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	20
Açaizeiro	<i>Euterpe precatoria</i> Martius	Arecaceae	100
Bacabeira	<i>Oenocarpus</i> spp.		13,33
Pupunheira	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth		26,67
Tucumanzeiro	<i>Astrocaryum aculeatum</i> G.Mey.		26,67
Abacaxizeiro	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill	Bromeliaceae	13,33
Piquiazeiro	<i>Caryocar</i> sp.	Caryocaraceae	20
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	20
Seringueira	<i>Hevea</i> spp.		13,33
Copaibeira	<i>Copaifera</i> spp.	Fabaceae	6,67
Ingazeiro	<i>Inga edulis</i> Mart.		13,33
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Lecythidaceae	40
Cacaueiro	<i>Theobroma cacao</i> L.	Malvaceae	6,67
Cupuaçuzeiro	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K.Schum. in Mart.		66,67
Andirobeira	<i>Carapa</i> spp.	Meliaceae	20
Marizeiro	<i>Poraqueiba</i> spp.	Icacinaceae	13,33
Bananeira	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae	6,67
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	13,33
Limoeiro	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	13,33
Abieiro	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Sapotaceae	6,67

Legenda: P./P. = Presença nas propriedades.

Em relação as criações de animais, o sistema de manejo onde essa atividade era predominante foi o sistema de consórcio. Dos 33,3% (5) dos agroextrativistas que desenvolvem a prática da avicultura (criação de galinhas) somente um (1) e do sistema floresta maneja, os demais são do sistema consórcio. Dos que praticam a piscicultura (33,3%) um (1) é do sistema monocultivo, os demais (4), também são do sistema consórcio (Figura 7 A e B). Essas

atividades são para o consumo e venda. Os agroextrativistas que realizam essas atividades possuem moradias nas propriedades, apesar de alguns possuírem também casa na cidade.



Figura 7. Práticas da avicultura e piscicultura em propriedade com cultivo de açáí em sistema de consórcio (A e B).

Fonte: A autora (2022).

Dos agroextrativistas entrevistados, 40% confirmaram participar de cooperativa/associação, porém desses 20% participam de associação de piscicultores e são do sistema consórcio. Os outros 20% dos agroextrativistas que estão vinculados a cooperativa/associação ligados a cultura do açáí são dos sistemas floresta extrativa (1), floresta manejada (1) e monocultivo (1). As entidades citadas foram a Cooperativa de agricultores de Codajás (COOPCOD) e Associação de Piscicultura (documentada). Tais resultados demonstram uma baixa organização dos agroextrativistas de açáí em Codajás. Os resultados deste estudo são análogos aos encontrados por Nóbrega; Lima; Dantas Neto (2011). A falta de organização dos agroextrativista pode ser um dos entraves na cadeia produtiva do açáí, já que a organização em cooperativa/associação pode ser um fator chave em todos os processos, principalmente na comercialização.

Pinto (2018) avaliando sistema produtivos de açáí (*Euterpe precatoria*) em Anori identificou a organização de produtores e comerciantes em associações e cooperativas agregando uma produção contínua, porém com alguns entraves, de cunho político e econômico, que prejudicam o andamento dessa modalidade produtiva. Brum (2019) sugere a importância da organização dos extrativistas em cooperativas ou associações em todas as etapas do processo produtivo desde a coleta até o processamento, é um fator importante no momento de estabelecimento de contratos e relações de fornecimento de açáí para indústrias ou distribuidores em larga escala.

Quando questionados sobre os serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), 80% afirmaram receber prestação dos serviços de ATER. Dos 20% que não recebem assistência técnica são dos sistemas floresta extrativa (1), floresta manejada (1) e monocultivo

(1). As instituições citadas pelos que recebem assistência técnica foram o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR).

Em relação a capacitação técnica, os produtores foram questionados quanto a participação de cursos direcionados para o manejo, produção, comercialização do açaí; manejo agroecológico; entre outros, 60% (9) dos agroextrativistas confirmaram já terem participado de pelo menos de um curso de capacitação, sendo 3 do sistema floresta manejada, 2 do sistema floresta extrativa, 2 do monocultivo e 2 do consórcio. As instituições promotoras destas capacitações citadas foram o IDAM, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e SENAR. A capacitação mais citada foi a de “Boas práticas de colheita e pós-colheita do açaí (SEBRAE)”, sendo mencionada por 40% dos entrevistados. As capacitações são de grande importância para ampliação e troca de experiências entre os agroextrativistas e corpo técnico.

Os resultados encontrados nesse estudo, em relação aos serviços de ATER e capacitações foram mais elevados quando comparados a outros estudos ao avaliarem a agricultura familiar na Amazônia (GOMES; NOGUEIRA; COSTA, 2018; SAID, 2015; SILVA JUNIOR, 2019; SOUZA, 2019). Esses resultados podem estar relacionados as propriedades dos agroextrativistas avaliados estarem próximas a sede do município, o que facilita a obtenção desses serviços, bem como na ocasião estarem sendo desenvolvidos projetos do SENAR junto a alguns dos agroextrativistas que foram entrevistados.

Nesse contexto, o estudo com agroextrativistas em comunidades mais afastadas da sede do município de Codajás poderá apresentar resposta diferente a encontrada nesse estudo, principalmente, em função da logística para o acesso a essas comunidades, o tamanho do corpo técnico dos órgãos públicos prestadores de serviços de ATER e as suas estruturas para desenvolverem esses serviços, entre outras. Segundo Gomes; Nogueira; Costa (2018), a relação entre agricultores e agentes de ATER se apresenta como um estado de permanente expectativa, ora pelo atendimento não chegar a todos e haver um sentimento de diferenciação entre a prestação de serviço a um grupo, ora devido os agricultores se apresentarem como receptivos e interessados em compartilhar seus problemas e experiências com os agentes.

A deficiência na prestação do serviço de ATER foi registrada por Gomes; Nogueira; Costa (2018); Said (2015); Silva Junior (2019) e Souza (2019). Castro; Pereira (2017) e Silva Junior (2019) e atribuem essa deficiência da assistência técnica pública ao tamanho do corpo técnico dos órgãos prestadores de serviços de ATER. Além disso, Castro; Pereira (2017) mencionam sobre o escasso acompanhamento técnico, que fica restrito, na maioria das vezes,

às visitas de fiscalização aos projetos financiados. Segundo Gomes; Nogueira; Costa (2018), uma política de ATER voltada à agricultura familiar em modos ambientalmente sustentáveis de produção é limitada, em consequência do baixo investimento no estado do Amazonas em ações de ATER.

Quando questionados sobre financiamento agrícola, somente 26,6% responderam ter conseguido financiamento e os valores variaram entre R\$ 7.500,00 e 120.000,00 (PRONAF). Os agroextrativistas que receberam financiamento são do sistema floresta extrativa (1, propriedade de maior tamanho), consórcio (2) e monocultivo (1). Ao serem questionados sobre a importância do financiamento 80% responderam achar importante, para poderem impulsionar a produção e fazer “bosqueamento”, porém mencionaram dificuldade para obtenção de financiamento agrícola.

O crédito rural é gerador de oportunidades, aproximando o beneficiário das políticas que estimulam investimentos em avanços tecnológicos e melhorias nas estruturas das propriedades, mas além disso esse crédito traz a modernização, estimula sua permanência na agricultura, e fortalece o processo de sucessão na agricultura familiar (ZIGER, 2 013).

### **3.4. Caracterização dos sistemas de manejo de açazais nativos e cultivados**

Com a avaliação descritiva dos sistemas buscou-se inferir sobre algumas características que norteiam a produção de *Euterpe precatoria* (açai-do amazonas) no município de Codajás. Para tanto, foram avaliados o quatro (4) tipos de sistemas de manejo do açai-do-amazonas, envolvendo sistemas nativos e cultivados, sendo os nativos: a floresta extrativa e floresta manejada (os agroextrativistas denominam como bosqueamento) e os cultivados: o monocultivo e consórcio.

Em cada propriedade foi avaliado somente um sistema de manejo de açai, porém os agroextrativistas, em grande maioria, desenvolvem mais de um sistema de manejo nativo e/ou cultivado em suas propriedades. A Tabela 3 apresenta os sistemas de manejo que são desenvolvidos nas propriedades avaliadas. Observa-se que somente duas propriedades (monocultivo M2 e M3), não utilizam as áreas de açazais nativos (floresta extrativas ou floresta manejada) para coleta de frutos, e as áreas de consórcio avaliadas não possuem monocultivos. (Tabela 3).

Tabela 3. Sistemas de manejo de produção de frutos de açaí presentes nas propriedades dos agroextrativistas entrevistados no município de Codajás-AM (n=15).

Propriedades e Sistemas de manejo avaliados (Parcelas)	Sistemas de manejo presentes nas propriedades
1 - Floresta extrativas (FE1 e 4)	Floresta extrativa, floresta manejada e consórcio
2 - Floresta extrativas (FE 2)	Floresta extrativa e consórcio
3 - Floresta extrativas (FE 3)	Floresta extrativa e floresta manejada
4 - Floresta manejada (FM 1)	Floresta manejada (bosqueamento) e SAF's
5 - Floresta manejada (FM 2)	Floresta manejada
6 - Floresta manejada (FM 3)	Floresta extrativa, floresta manejada e monocultivo
7 - Floresta manejada (FM4)	Floresta manejada
8 - Monocultivo (MON1)	Monocultivo, floresta extrativa e consórcio
9 - Monocultivo (MON 2)	Monocultivo e consórcio
10 - Monocultivo (MON 3)	Monocultivo
11 - Monocultivo (MON 4)	Monocultivo e floresta extrativa
12 - Consórcio (CON 1)	Consórcio e floresta manejada
13 - Consórcio (CON 2)	Consórcio e floresta extrativa
14 - Consórcio (CON 3)	Consórcio e floresta extrativa
15 - Consórcio (CON 4)	Consórcio e floresta extrativa

### 3. 4.1. Sistemas de manejo de açaiuais nativos

Apesar de todos os sistemas estarem em áreas de terra firme, nas áreas de açaiuais nativos, floresta extrativa e floresta manejada (bosqueamento), algumas dessas áreas ficam próximas a corpos d'água, que no período chuvoso há um aumento no nível de água, formando caminhos com pequenas áreas inundadas que são percorridos pelos agroextrativistas para acessarem as áreas de coletas (Figura 8 A e B), pois a época de coleta de frutos coincide com o período chuvoso da região. Portanto, algumas dessas áreas há maior disponibilidade de água para os açaizeiros que estão organizados em pequenos aglomerados (Figura 8 C e D).

Na floresta extrativa é realizada somente a coleta dos frutos e abertura de caminhos que são percorridos para realização da coleta e transporte dos frutos. Nesse sistema, em uma das propriedades foram avaliadas duas áreas (a propriedade de maior tamanho de área). Não ocorre a eliminação de espécies invasoras através de capina.





Figura 8. Caminho percorrido por um agroextrativista para acessar a área de floresta extrativa (A e B) e disponibilidade de água no sistema (C e D).  
Fonte: A autora (2022).

No sistema floresta manejada (“bosqueamento”), segundo o depoimento de alguns dos entrevistados, o manejo dos açazais nativos, é realizado com o objetivo de aumentar a intensidade luminosa, o número de plantas de açazeiro, pois sempre terão plantas de açaí em diferentes idades produtivas, ocorrendo o manejo de plantas de açaí realizada pelos agroextrativistas dentro da área. Para os agroextrativistas esse manejo visa aumentar a produção dos açazais nativos, reduzir o desmatamento quando comparado aos sistemas cultivados, e como essas áreas são de açazais nativos há uma melhor disponibilidade de água para a cultura e o sistema já inicia com produção, diferente dos açazais cultivados e com menor custo de implantação.

“Para a implantação dos sistemas de Floresta manejada, inicialmente há um levantamento das espécies de maior valor econômico. Em seguida é realizada uma roçagem, seguida do desbaste das espécies com diâmetro inferiores a 10 cm, onde serão eliminados cipós. e algumas espécies sem interesse econômico tais como, a periquiteira (*Trema micrantha*), a embaúba (*Cecropia* sp), entre outras. Entre as espécies mantidas no sistema são a andiroba (*Carapa guianensis*), copaíba (*Copaifera multijuga*), mulateiro (*Calycophyllum spruceanum*), angelim (*Dinizia excelsa* Ducke.), cupiúba (*Goupia glabra*), cedro (*Cedrela odorata*), louro (*Aniba riparia*), castanheira (*Bertholetia excelsa*), bacuri (*Platonia insignis*), entre outras “.

(Depoimento de LIMA, J, técnico em agropecuária, Codajás).

Depoimento de agroextrativista em relação ao sistema floresta manejada “bosqueamento”:

“Iniciei o “bosqueamento” a 22 anos atrás, não há necessidade de desmatar e iniciar um monocultivo, a alternativa é fazer o “bosqueamento”, manejo do açaí na floresta, pois as plantas de açaí já estão presentes, e já produzindo. Caso haja necessidade pode



fazer o transplântio dentro da área, aumentando o número de plantas de açaí, com as mudas que são selecionadas dentro da área manejada, selecionando mudas que estão próximas as plantas com melhores características de produção”. Iniciei o sistema agroflorestal a 20 anos atrás também é uma das alternativas sustentáveis em relação ao monocultivo de açaí.

(Agroextrativista/agricultor familiar, 72 anos).

No sistema de floresta manejada, além da eliminação de algumas espécies de menor porte e sem valor econômico, cipós, entre outros, ocorre a limpeza da área e controle de plantas daninhas realizada através de capina. De forma geral, são realizadas duas capinas, sendo uma no início e outra no final da produção de frutos. Os restos de capina e restos culturais são deixados nas áreas para servirem de cobertura e adubação orgânica. Não há a adoção de calagem e nem adubação química.

Nas aéreas de floresta manejada não há a produção de mudas, mas ocorre o transplântio de mudas quando necessário, as quais são selecionadas nas próprias áreas de manejo. São selecionadas mudas que estão próximas de plantas de açaí que são mais produtivas. Segundo alguns agroextrativistas selecionam mudas próximas de plantas com cachos maiores e frutos pequenos, pois resultam em maior rendimento de polpa.

Nesse sistema não ocorre o controle de pragas ou doenças, somente um agroextrativista mencionou fazer o controle de cupins próximos de açazeiros quando necessário. No entanto, mencionaram a existência de cupins e formigas. Não foi mencionado a ocorrência de doenças nos açazeiros dos sistemas nativos, porém alguns entrevistados mencionaram, que em função do aumento dos sistemas produtivos de açaí em Codajás, está ocorrendo o aparecimento de um besouro (coleóptero) que pode causar a morte da planta.

Nesse estudo, não foi possível realizar o inventário florístico e análise da diversidade de plantas das áreas avaliadas em virtude da pandemia pelo Covid-19, a qual impossibilitou o levantamento das espécies e desta forma inferir sobre possíveis modificações que podem estar ocorrendo na estrutura florística em virtude dos diferentes manejos nos sistemas estudados.

Contudo, nas observações de campo foi possível notar algumas diferenças visuais, pois as áreas de floresta manejadas apresentaram maior abertura de dossel, proporcionando maior entrada de luz solar, em relação as áreas de floresta extrativas sem manejo. Não foi observado maior adensamento do açazeiro em relação as outras espécies, como os observados em outros estudos para a espécie *E. oleracea*, em áreas do estuário paraense (ARAÚJO; NAVGANTES-ALVES, 2015; FREITAS et al., 2015, 2021; TAGORE; CANTO; SOBRINHO, 2018).

Observou-se a presença de espécies de dossel, como as já citas acima na descrição das espécies que são preservadas na seleção do manejo, presença de algumas plantas de açaí em

diferentes estádios de crescimento. Notou-se a presença de grande quantidade de matéria orgânica em vários estágios de decomposição, tal como as observados na floresta extrativa e a disponibilidade de água no sistema (Figura 9 A e B). Ademais, esse manejo na floresta é uma prática que está sendo desenvolvidas e testada pelos agroextrativistas em Codajás, porém necessita ser avaliada em novos estudos levando-se em consideração os fatores socioeconômicos e ambientais para avaliar sua sustentabilidade. É necessário monitorar o desenvolvimento desses sistemas e orientar os manejadores para que o sistema não se torne como o manejo intensivo realizado no estuário Amazônico, em que o aumento da densidade de touceiras de açaí está reduzindo a abundância e riqueza de espécies, ou seja, a intensificação do açaí está alterando a estrutura de plantas lenhosas (FREITAS et al., 2015; 2021).



Figura 9. Aspecto do sistema de floresta manejada realizado por agroextrativistas no município de Codajás (A e B).

Fonte; A autora (2022).

Segundo Rocha; Viana (2004), o crescimento e a reprodução de *Euterpe precatoria* dependem do nível de competição por nutrientes, água e luz, alguns tratamentos silviculturais podem ser aplicados para reduzir esta competição, favorecendo assim o aumento da produtividade. Por ser uma palmeira e ter sua ocorrência natural em área de várzea, o açazeiro é muito exigente em água, logo a disponibilidade de água no solo é fator importante que favorece sua sobrevivência (SOUZA; JARDIM, 2007). Alguns autores citam as florestas de baixo ou áreas úmidas, como sendo habitat preferencial de *E. precatoria*, com pequenos adensamentos próximos à corpos d'água (MARTINOT, 2013; PINTO, 2018; ROCHA, 2004).

Em estudo realizado com a espécie *Euterpe oleracea*, Almeida et al. (2021) observaram que as práticas de manejo mais adotadas pelos produtores são o desbaste (retirada dos estipes de açazeiros excedentes das touceiras, assim como plantas de outras espécies de menor interesse econômico) e a limpeza (realização da roçagem para controle e eliminação de espécies invasoras). De acordo com Aguiar (2016), o manejo do açazeiro é um conjunto de técnicas específicas, que buscam aumentar o cultivo da espécie e desta forma aumentar a produtividade.

Araújo e Navegantes-Alves (2015) sugerem haver uma tendência ao despondo do monocultivo e com risco do desaparecimento de algumas espécies e destaca a importância de estudos em relação a impactos causados pela seleção dessas espécies arbóreas sobre a fauna.

Freitas et al (2021) sugerem que a intensificação do açaí (*Euterpe oleracea*) altera a estrutura das comunidades de plantas lenhosas em florestas estuarinas amazônicas, particularmente abundância de árvores, riqueza de espécies (em nível local e de paisagem) e padrões de dominância de espécies. A abundância de árvores e a riqueza de espécies diminuem consistentemente à medida que a densidade da touceira de açaí aumenta, com alguns povoamentos florestais sendo dominados pelo açaí e quase sem nenhuma espécie de árvore.

O manejo para intensificação da exploração do açaí (*E. oleracea*) como a que ocorre nas ilhas e áreas alagáveis do estuário do rio Amazonas próximas a Belém com tendência ao despondo da transformação da floresta em quase monocultivo da espécie (ARAÚJO; NAVAGANTES-ALVES, 2015; FREITAS et al., 2021; TAGORE; CANTO; SOBRINHO, 2018), para Martinot; Pereira; Silva (2017) não parece tão facilmente de serem seguidas com a espécie *Euterpe precatoria*. A distribuição espacial de *E. precatoria* é bem mais esparsa nas florestas de terra firme na Amazônia Central e Ocidental, aproximando-se mais do padrão de espacialização da castanha do Brasil *Bertholletia excelsa* H.B.K (MARTINOT; PEREIRA; SILVA, 2017).

Contrariando o modelo determinístico de Homma (2007), a fase final de substituição do extrativismo pela completa domesticação da espécie em monocultivos para produção comercial, no caso do *E. precatoria*, poderia ser dinamizada pela ampla adoção de práticas melhoradas de coleta e manejo florestal, que levariam ao enriquecimento da espécie nas florestas manejadas (MARTINOT; PEREIRA; SILVA, 2017). Nesse sentido, a adoção das práticas realizada pelos agroextrativistas no município de Codajás, nos sistemas de floresta manejada pode ser uma alternativa viável para o manejo dessa espécie na região. No entanto, há necessidade de serem monitorados e avaliados, para não correr o risco de que tenhamos florestas de monocultivo de *E. precatoria* que poderá levar ao surgimento de pragas, doenças antes irrelevantes, além da perda de biodiversidade (MARTINOT; PEREIRA; SILVA, 2017).

De acordo com Rocha; Viana (2004), algumas práticas de manejo para *Euterpe precatoria* como a de semear em clareiras, fazer o desbaste do dossel acima de alguns indivíduos jovens 2 e adultos e cortar os cipós, podem favorecer o crescimento da estabilidade da população e da produtividade, mas essas práticas devem ser efetivamente testadas. Tais práticas se assemelham as efetuadas, pelos agroextrativista em Codajás, dentro das áreas de floresta manejada. Para a mesma espécie Brum (2019) menciona que o monitoramento de

indivíduos de açaí em áreas de floresta nativa poderá fornecer informações valiosas sobre a dinâmica populacional, permitindo a estimativa de níveis sustentáveis de exploração em cada ambiente, várzea e terra firme.

Nesse sentido, estudos para avaliar o manejo da floresta, adotados pelos agroextrativistas de Codajás, devem ser através de metodologias participativa, unido conhecimento tradicionais e científicos, com diversos atores envolvidos, entre os quais agroextrativistas, órgãos de pesquisas, serviços de ATER, entre outros. Esses estudos devem levar em consideração aspectos da cultura, socioeconômicos e ambientais, porém com uma abordagem holística e sistêmica. A agroecologia reconhece a complexidade intrínseca aos agroecossistemas, tratando integralmente de todos os elementos que os compõem em uma abordagem holística e sistêmica (CANDIDO et al., 2015).

Ademais, os sistemas de manejo de açazais nativos, poderão ser uma alternativa para o aumento da produção, além de possível redução do desmatamento e uma forma de conservação *in situ* da espécie. A conservação dos recursos genéticos vegetais é prioridade global, na qual, variedades locais são mantidas em sistema on farm (JARVIS *et al.*, 2008). Desta forma, tem-se considerado cada vez mais a necessidade de conservar o germoplasma junto aos agricultores familiares e às populações tradicionais, que realizam uma agricultura diversificada (CHIFFOLEAU; DESCLAUX, 2006).

### **3.4.2. Sistemas de manejo de açazais cultivados**

Nos sistemas cultivados foram avaliadas áreas de monocultivos e consórcios. Segundo os entrevistados, esses sistemas foram implantados utilizando-se o açaí da espécie *Euterpe precatoria* que é nativa na região. Desta forma, esses plantios se configuram como parte de um processo espontâneo de domesticação da espécie mediante a seleção de fenótipos, já que os agroextrativistas selecionam as melhores matrizes. Nos sistemas avaliados ocorrem algumas variações, tais como espaçamentos, tratamento do solo, espécies consorciadas, tamanho da área, idade do plantio, entre outros, os quais serão abordados a seguir.

No sistema monocultivo há uma diversidade em relação ao tamanho da área cultivada que variou entre 4 e 20 ha. A idade dos plantios variou entre 18 e 30 anos, com média de 22 anos. Há uma variação em relação ao espaçamento, entre os citados foram de 4 m x 4 m, 5 m x 5 m e 4 m x 5 m. A limpeza das áreas e controle de plantas daninhas é realizado através de capinas, a época e quantidade de capinas é de acordo com cada propriedade, variando entre uma ou duas vezes ao ano. Todos os agroextrativistas deste sistema mencionaram deixar os restos

de capina e culturais nas áreas de coleta para servirem de adubação orgânica e cobertura do solo (Figura 10 A e B).



Figura 10. Açazais em sistema de monocultivo (A e B), no município de Codajás.  
Fonte: A autora (2022).

Ao serem abordados sobre o uso de corretivo e fertilizantes, somente um agroextrativista mencionou está fazendo teste de adubação (monocultivo – MON 3) em uma pequena área com NPK (300g/planta) e Sulfamon (400 g/planta), mas não recebeu orientação técnica para essa prática e não faz calagem. Os demais agroextrativistas não fazem calagem ou adubação. Os agroextrativistas do sistema monocultivo que ainda não fazem uso das práticas de adubação e calagem, mencionaram estarem participando de um projeto do SENAR e irão testar o uso dessas práticas. Não há sistema de irrigação em nenhuma das propriedades.

Os agroextrativistas do sistema monocultivo foram abordados em relação a incidência e controle de pragas e doenças, três dos quatro entrevistados informaram haver incidência de coleóptero “besouro” que está causando danos a planta adulta, pois causa o enrugamento das folhas “encarquilhamento das folhas” evoluído para a seca do dossel foliar e morte da planta. Mencionaram também como pragas os cupins e formigas. Não mencionaram ocorre incidência de doenças. Em relação ao controle de pragas, em duas propriedades fazem o uso de barrage para o controle de formigas e em uma dela ocorre o controle de cupins quando necessário, através da queima dos cupinzeiros.

Os agroextrativistas do sistema monocultivo fazem o preparo de mudas, porém em três propriedades as mudas são produzidas utilizando sementes selecionadas oriundas de seus plantios, porém dois mencionaram selecionar plantas pequenas na mata para prepara as mudas na propriedade. Um dos agroextrativista relatou que para produzir as mudas seleciona cachos com sementes menores (denominou esses frutos como “chumbinho”), pois rende mais polpa e os cachos são maiores. Essa agroextrativista possui um pequeno viveiro para produção de mudas e usa o material decompostos dos caroços de açaí como um dos substratos, relatou também fazer a venda de mudas. Em umas das propriedades foi mencionado que as semente



iniciais para realização do plantio vieram do Badajoz. Um dos entrevistados mencionou fazer o replantio, pois o plantio já está “cansado”. Os agroextrativistas selecionam as melhores mudas para serem plantadas.

Nos açazais em sistema de consórcio, observou-se também variações em relação a idade do plantio, espaçamento, espécies consorciadas e uso de corretivos e fertilizante. A idade do sistema consórcio variaram entre 9 e 20 anos, com idade média de 14 anos, por tanto são sistemas mais novos comparados aos monocultivos. Diferentes espaçamentos foram observados, os citados foram 4 m x 5 m e 5 m x 5 m. Nos sistemas avaliados, em relação as espécies consorciadas com o açazeiro, estão o cupuaçuzeiro (*Theobroma Grandflorum*), a castanheira (*Castanea sativa*) e a andiroba (*Carapa spp.*), foram as espécies representativas nas parcelas avaliadas (Figura 11 A e B).



Figura 11. Açazais em sistema de consórcio (A e B), no município de Codajás.  
Fonte: A autora (2022).

No sistema consórcio a limpeza das áreas e controle de plantas daninhas é realizado através de capinas, a época e quantidade de capinas é de acordo com cada propriedade e recursos financeiros, variando entre uma e cinco vezes ao ano. Todos os agroextrativistas mencionaram deixar os restos culturais e restos de capina nas áreas de cultivo para servirem de cobertura do solo e adubação orgânica. Os agroextrativistas mencionaram fazer adubação orgânica com esterco de galinha, seja na produção de mudas, ou mesmo para adubar alguma planta quando acha necessário. Desta forma aproveitam os recursos gerados nas propriedades para melhorias de seus plantios, pois como já citado anteriormente, nas áreas desse sistema ocorre a criação de galinhas.

Ao serem abordados sobre o uso de corretivo e fertilizantes, dois agroextrativistas do sistema consórcio mencionaram estarem fazendo em uma pequena área, por recomendação do SENAR (Sulfamon 300 g p/planta ou NPK e calcário 1,5 kg p/planta). No entanto, entre os que não estão realizando essas práticas, um mencionou que irá realizar, pois faz parte do projeto do SENAR, e o outro não pretende adotar essas práticas.

Ao serem abordados em relação a incidência e controle de pragas e doenças, somente um agroextrativista mencionou o aparecimento de coleóptero “besouro” que causa danos em plantas adultas e pode evoluir para a morte, com sintomas iguais aos já citados anteriormente no sistema monocultivo. Em relação a doenças, dois agroextrativistas citaram a incidência de antracnose que ataca o açaizeiro na fase de muda em viveiro, porém adotam a eliminação das mudas doentes.

No sistema consórcio, todos os agroextrativistas fazem o preparo de mudas, as quais são produzidas utilizando sementes selecionadas oriundas de seus plantios, e selecionam os melhores cachos para produzirem as mudas. Nas áreas de consorcio não há sistema de irrigação.

Os resultados mostraram que a limpeza das áreas e controle de plantas daninhas nos sistemas de floresta manejada, monocultivos e consórcios são realizadas, por meio de controle mecânico, através de capina. O número de capina é variável, em função de cada propriedade e os recursos financeiros e conhecimentos empíricos. Enquanto nas áreas de floresta extrativa somente é feito o caminho para realização das coletas dos frutos. Segundo Pinto (2018), os produtores de açaí de Anori nos sistemas cultivados realizam a limpeza da área, apenas em época de extração e colheita do fruto, com exceção dos quintais, de forma a não se tornar uma atividade onerosa, nem demorada. Contudo, nas áreas de mata corrobora com o desse estudo efetuando a limpeza apenas no caminho de acesso.

Observou-se não haver uma padronização no manejo das áreas avaliadas, tais como espaçamento, combinação de espécies, limpeza das áreas, entre outras, sendo realizados em função do conhecimento empírico, trocas de experiência entre os agroextrativistas e de alguns conhecimentos repassados através de capacitações técnicas. Martinot (2013) e Pinto (2018) também não encontraram padronizações nos manejos de *Euterpe precatoria* realizados por agroextrativistas no Amazonas. Os espaçamentos encontrados nesse estudo corroboram com os encontrados por Pinto (2018).

A grande maioria dos agroextrativistas dos sistemas de açaizais cultivados ainda não faz uso de corretivos e fertilizante (62,5%), mas tanto os que já estão realizando essas práticas (37,5%) e os que ainda irão realizar, mencionaram testarem somente em uma pequena área para avaliarem sua eficiência e retorno econômico.

Os restos culturais e restos de capina deixados pelos agroextrativistas nas áreas de produção servem de cobertura morta, proporcionando a incorporação de matéria orgânica, sendo a principal fonte de adubação, uma vez que a maioria dos entrevistados não realizam adubação química (ALMEIDA et al., 2021; PINTO, 2018). A matéria orgânica, por se relacionar a diversos aspectos do ambiente e do solo, é associada à qualidade do solo (SWIFT

e WOOMER, 1993; VILLANI et al., 2017). Sistemas produtivos que resultam no aumento dos teores da MOS têm sido apontados como mais sustentáveis. (MIELNICZUK et al., 2003).

Os sistemas de açazais plantados dos agroextrativistas de Codajás, não possuem sistema de irrigação em suas propriedades. Esse resultado é análogo ao encontrado por Pinto (2018).

Observou-se que as áreas de floresta extrativa e floresta manejada encontram-se em áreas com maior disponibilidade de água, pois estão situados próximos a corpos d'água. Esse resultado demonstra que há uma menor disponibilidade de água nos sistemas de manejo dos açazais cultivados, já que foram estabelecidos em áreas um pouco mais elevadas que os açazais nativos. Apesar de todas as áreas avaliadas serem de terra firme, os sistemas monocultivo e consórcio foram instalados em áreas com pequena elevação, comparadas as dos sistemas nativos e apresentam características de melhor drenagem, demonstrando uma pressão da seleção no processo de domesticação da espécie.

Segundo Pinto (2018), a espécie *Euterpe precatoria*, assim como, grande parte das espécies de palmeiras, se estabelecem em áreas alagadas. Pinto (2018) observou indivíduos da mata nativa, nesse estudo considerada como floresta extrativa, em zonas de baixio, e sugere que a distribuição dessa espécie não se restringe apenas na terra firme, mostrando que essa topossequência é nicho da *Euterpe precatoria*.

Os resultados em relação a incidência de pragas nos sistemas de manejo do açaí-do-amazonas, demonstram a importância de investigação em relação a ocorrência do coleóptero “besouro” nos açazeiros, citado pelos agroextrativistas, para que futuramente não ocorra o crescimento populacional desordenado desse inseto e venham comprometer os plantios.

Cysne; Lopes; Cunha (2020), em um plantio comercial detectaram a primeira ocorrência do coleóptero brocador *Metamasius hemipterus* causando danos em açaí solteiro (*Euterpe precatoria*) no Amazonas. A espécie *M. hemipterus* causa o encurtamento das folhas, sintoma semelhante à deficiência de boro, que com o tempo avança para uma seca generalizada do dossel foliar e conseqüente morte da planta (CYSNE; LOPES; CUNHA, 2020). Sintomas estes muito semelhantes aos citados pelos entrevistados nesse estudo.

Segundo Cysne; Lopes; Cunha (2020), apesar de ainda não se conhecer a real importância dessa coleobroca para a cultura do açaí no estado, recomendam o monitoramento de sua ocorrência nos plantios e medidas de manejo integrado para evitar o crescimento populacional desordenado deste inseto em áreas produtoras de açaí no Amazonas.

A partir dos resultados obtidos, foi calculado o índice de similaridade de Jaccard, analisando as características qualitativas de nove variáveis observadas na matriz (Tabela 4), e



verificar a relação entre essas características nos diferentes sistemas avaliados. Observa-se dois clusters (grupos com características parecidas), que separa os sistemas nativos (floresta extrativa e floresta manejada) dos sistemas cultivados (monocultivo e consórcio), ademais mostra a interferência dentro da floresta manejada, em função do manejo realizado nesse sistema, para aumentar a produção de frutos, em relação a floresta extrativa. O outro cluster é o dos sistemas cultivados que são áreas de maior interferência humana e domesticação do açai-do-amazonas (Figura 12). A maior similaridade dentro das áreas de monocultivo e consórcio dar-se em função das práticas de manejo, pois observa-se, apesar da maioria dos agroextrativistas desses sistemas ainda utilizarem práticas tradicionais de manejo nas suas áreas de cultivos, há a existência de um grupo de agroextrativistas que estão realizando as práticas de adubação e calagem, portanto formando um outro cluster que os diferencia das demais áreas dentro dos sistemas cultivados (Figura 12).

Tabela 4. Matriz qualitativa das características avaliadas dos agroecossistemas de produção de frutos de açaizeiros, em Codajás (n= 15).

Classificação		Floresta extrativa			Floresta manejada				Monocultivo				Consórcio			
		FE 1 e 4	FE2	FE3	FM1	FM2	FM3	FM4	M1	M2	M3	M4	C1	C2	C3	C4
<b>Toposequência</b>	TF	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	TF Ambiente úmido	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>Intensidade de Manejo</b>	M Alta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	M Média	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	M Baixa	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Intensidade de Luz</b>	Alta	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
	Média	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
	Baixa	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Irrigação</b>	Com Irrigação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sem irrigação	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Adubação</b>	Com adubação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
	Sem adubação	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0
<b>Limpeza da área</b>	Roçagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Capina	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ausência	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cobertura do solo</b>	Alta	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	Baixa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Distribuição do açai</b>	Uniforme	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	Agrupado	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Diversidade do sistema</b>	Alta	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	Baixa	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0

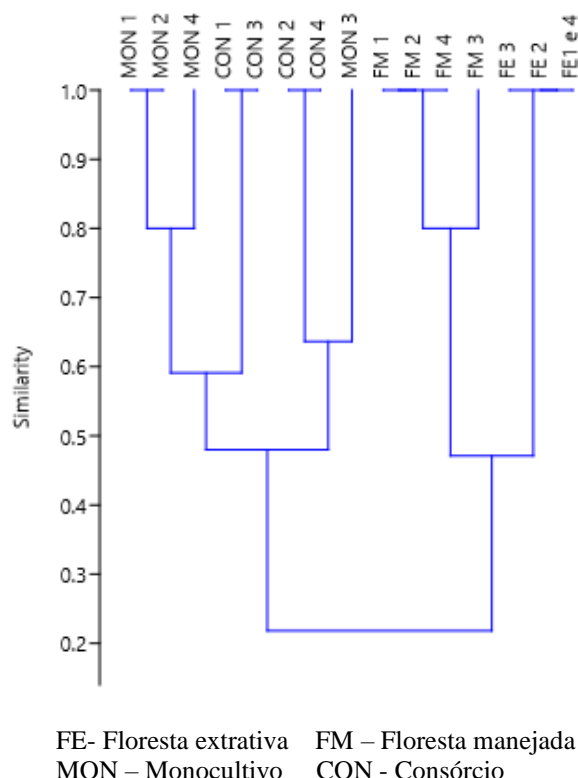


Figura 12. Dendrograma obtido pelo índice de similaridade de Jaccard, considerando os sistemas de manejo nativos e cultivados, com base em nove variáveis qualitativas, descritas em áreas de produção de frutos de açaizeiro, em Codajás.

Os resultados encontrados em relação aos manejos adotados nas áreas de sistemas produtivos do açaí-do-amazonas, tanto nas áreas nativas como de cultivados, dos agroextrativistas de Codajás, demonstraram que as técnicas utilizadas por eles, ainda apresentam características de baixo a médio impacto. A grande maioria dos sistemas ainda utilizam técnica de manejo tradicionais que ajudam no aporte e conservação da matéria orgânica do solo, beneficiando as características químicas, físicas e biológicas do solo e na conservação da água do agroecossistema. Ao longo do processo de domesticação da espécie também são responsáveis pela conservação *in situ* de genes de interesse nas populações naturais, mesmo o monocultivo, que apresenta menor biodiversidade em relação aos consórcios e as áreas nativas de produção de açaí.

Segundo Nogueira; Santana (2016) com a adoção de tecnologias inovadoras no cultivo racional do fruto do açaí (*E. oleracea*) houve substancial aumento do benefício socioeconômico para a população paraense. Entre as tecnologias adotadas nesse sistema de produção, o cultivo

é praticado seguindo recomendações técnicas de espaçamento, adubação, irrigação e plantas melhoradas geneticamente (FARIAS NETO, RESENDE; OLIVEIRA, 2011; NOGUEIRA; SANTANA; GARCIA, 2013). No entanto, esse sistema torna-se cada vez mais dependente de insumos externos, reduzem a biodiversidade e propensos a causarem maiores danos ambientais. Por tanto, a manutenção da agrobiodiversidade é uma estratégia fundamental, pois a adoção de monocultivos consolidam paisagens cada vez mais simplificadas e vulneráveis. Além de possuírem baixas diversidades genéticas, baixa eficiência energética, e susceptível ao ataque de pragas e doenças, podem gerar o incremento no uso de agrotóxicos (ALTIERE, 2002). A biodiversidade contribui também na segurança alimentar desses agricultores em oferta de quantidade e qualidade (SOARES et al, 2018).

Nesse contexto, a grande maioria das áreas avaliadas nesse estudo podem ser consideradas com manejos que estão produzindo transformações da floresta não isentas de impactos, mas capaz de manter a sustentabilidade econômica, social e ambiental, observadas também em áreas estudadas por Martinot (2013).

Segundo Pinto (2018), apesar da produção de frutos de açaí estar aumentando no município de Anori a produção ainda ocorre de maneira rústica, sem muitos incentivos, seja ele econômico ou técnico e poucos, se arriscam em investimento nesse tipo de produção agrícola. Ao contrário do observado por Pinto (2018), a produção de frutos de açaí em Codajás exerce grande importância socioeconômica aos agroextrativistas e ao município.

Ademais, destaca-se a importância do sistema de consórcio, sendo uma alternativa de produção, tendo em vista, o açaí ser uma espécie de safra. Martinot (2013) observou em suas áreas de estudo não haver uma padronização no manejo desses sistemas, pois dependem apenas do conhecimento empírico de cada família, assim como espaçamento, combinação de espécie, entre outras. Nesse estudo, observou-se também não haver uma padronização de manejo nas áreas de cultivos de açaí, mas os consórcios mostraram maior agrobiodiversidade garantindo a diversidade na produção, tanto para consumo e/ou venda, além de garantirem maior segurança alimentar. Segundo Martinot; Pereira; Silva (2017), a produção de *E. precatória* nas áreas florestais pode ser complementada com a adoção de sistema agroflorestais diversificados manejados pelos próprios agricultores formados a partir de germoplasma de açaí obtidos de plantas nativas como os observados por eles nas áreas de estudo, corroborando aos encontrados nesse estudo.

Diferente do observado por Pinto (2018), os agroextrativistas de Codajás buscam melhorias em suas áreas de produção de frutos de açaí, seja áreas nativas ou plantadas, mesmo com práticas tradicionais, tais como a conservação da matéria orgânica no solo ou as práticas

de manejo nas áreas de florestas, estão buscando aumentar a produção, pois o açaí é a base da economia no município e tem um valor cultural inestimável para a população.

Ademais, o manejo na floresta “bosqueamento” tem sido destacado pelos agroextrativistas como uma alternativa ao aumento da produção de frutos de açaí e redução do desmatamento, e grande parte dos entrevistados mencionaram interesse nesse sistema.

### 3.5. A colheita do açaí

A Tabela 5 apresenta as informações de dados fenológicos, segundo a visão dos agroextrativistas, em relação ao início da floração e frutificação, período e pico da safra do açaí-do-amazonas, em Codajás. Segundo os dados informados pelos entrevistados, observa-se uma grande divergência em relação a essas características. Dos entrevistados 66,67% concordam que o início da floração se dá no mês de maio. Quanto ao início da frutificação foi a característica que houve maior divergência, porém 40 % mencionaram ser no mês de agosto. Em relação ao período da safra 53,3 % concordaram ser entre os meses de novembro a abril e 60 % concordam ser o pico da safra entre os meses de fevereiro/março (Tabela 5). Esses resultados podem estar relacionados aos indicados pela literatura, que apontam uma variação na safra do açaí em relação a espécie e o ambiente em que ocorre (PINTO et al., 2010). Nesse estudo, pode estar mais relacionado ao ambiente, pois todos os sistemas são compostos somente com a espécie *Euterpe precatoria* que é nativa da região. No entanto, estudos sobre a avaliação da fenologia da espécie em diferentes sistemas e ambientes poderão elucidar melhor essa característica.

Brum (2019), em um estudo na região do Baixo Purus estudando a mesma espécie, observou-se que a época de produção de frutos ocorre de dezembro a junho, e o pico da safra de fevereiro a abril. A produção de frutos varia entre. Normalmente, a produção de açaí começa em mata de várzea (dezembro) e depois na floresta alagada em fevereiro, durante a época das cheias (BRUM, 2019). Segundo Pinto et al. (2010), o açaí de touceira (*E. oleracea*) nativo tem sua maior produção no segundo semestre do ano (entre julho e dezembro). Enquanto a safra do açaí-do-amazonas (*E. precatoria*) depende muito do ambiente em que ele se encontra: no baixio (áreas inundáveis) a produção de frutos se concentra na metade/final do primeiro semestre, entre março e junho.

Segundo Conab (2019), a safra do açaí varia de acordo com a região. No Pará, principal produtor, o período de safra do açaí vai de agosto a novembro. No estuário amazônico o pico da safra ocorre no período de julho/agosto. Já no Amazonas, o período de maior produção estende-se de novembro a maio, e no Acre, há referências de produção durante o ano todo, já

que quando se encerra a produção de terra-firme, janeiro a junho, inicia-se a de várzea que vai de agosto a dezembro. No Amapá e Maranhão, a safra ocorre durante o primeiro semestre, no período chuvoso.

Tabela 5. Início de floração e frutificação, e período e pico da safra de açazais nativos e plantados, segundo agroextrativistas, no município de Codajás-AM (n=15).

Sistemas produtivos	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<sup>1</sup> FE <sup>5</sup> P1 e P4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
FE P2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
FE P3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<sup>2</sup> FM P1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
FM P2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
FM P3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
FM P4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<sup>3</sup> MON P1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
MON P2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
MON P3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
MON P4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<sup>4</sup> CON P1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CON P2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CON P3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CON P4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Início da floração ■ Início da frutificação ■  
 Período da safra ■ Pico da safra ■

<sup>1</sup>Floresta extrativa (FE), <sup>2</sup>Floresta manejada (FM), <sup>3</sup>Monocultivo (MON), <sup>4</sup>Consórcio (CON), <sup>5</sup>Parcela (P).

Conforme dados mencionados pelos agroextrativistas, a Tabela 6 apresenta o número de cachos/planta do açá-do-amazonas nos diferentes sistemas estudados, no município de Codajás. Observa-se uma variação no número de cachos por planta dentro dos sistemas avaliados. Segundo a percepção dos agroextrativistas, o consórcio foi o sistema que apresentou maiores valores de número de cachos entre 2 e 6 cachos/planta/ano (Tabela 6). Segundo Ferreira (2005) na floresta, durante o ano, o açazeiro nativo produz entre dois e seis cachos.

Tabela 6. Número de cachos por planta nos açazais nativos e plantados nas propriedades dos agroextrativistas, no município de Codajás-AM.

<b>Sistemas de produção</b>	<b>Número de cachos/planta</b>
Floresta extrativa	3 e 5
Floresta manejada	1 e 4
Monocultivo	2 e 4
Consórcio	2 e 6

A colheita de cachos do açaí é realizada no período da manhã por 93,3% dos entrevistados, e de 6,67% no período da manhã e da tarde, somente uma propriedade faz coleta nos dois períodos, a área de floresta extrativa (propriedade de maior tamanho de área). A coleta pelo período da manhã está de acordo com os encontrados por Aguiar (2016) e Almeida et al. (2021). A coleta de frutos de açaí deve ser efetuada nas horas com brisas mais amenas do dia, para evitar a perda excessiva de água e a fermentação dos frutos (AGUIAR, 2016; ALMEIDA et al., 2021).

O método de coleta mencionado por 100 % dos entrevistados foi o do uso da peconha. O trabalhador escalona o açazeiro com a peconha e com posse de terçado ou faca para efetuar o corte do cacho (ALMEIDA et al., 2021; MARTINOT; PEREIRA; SILVA, 2017).

A mão de obra utilizada na colheita, se dá de forma geral, pela força de trabalho contratada por meio de relações informais, além da mão de obra familiar que nesse estudo só foi mencionada pelo agroextrativista da propriedade floresta extrativa (FE 1 e 4). A quantidade de pessoas envolvidas na colheita de frutos, com exceção da propriedade floresta extrativa (FE 1 e 4) que envolve 30 pessoas na coleta de frutos, as demais propriedades varia entre 2 e 5 pessoas, com média de 3,6 pessoas. O fato da maioria das propriedades avaliadas utilizarem a força de trabalho contratada e não mão de obra familiar, pode estar relacionada ao fato da composição do grupo familiar em grande maioria composto por até dois integrantes e com idade na faixa etária de adultos e idosos com maior percentual (Figuras 5 e 2) e a coleta de frutos de açaí depende a disponibilidade de mão de obra masculina jovem, capazes de realizar a árdua e arriscada tarefa de escalar os açazeiros (MARTINOT; PEREIRA; SILVA, 2017), Ademais, as propriedades estão próximas a sede do município, e a grande disponibilidade de mão de obra que pode ser contratada para realização da coleta. Nossos resultados demonstram, haver uma grande disponibilidade de mão de obra para o desenvolvimento dessa atividade em Codajás.

De acordo com Martinot; Pereira; Silva (2017), a escalada é um serviço que além de cansativo requer agilidade e muita força do coletor. Um fator determinante para que uma família se engaje na produção do açaí é a disponibilidade de mão de obra masculina jovem. A produção do açaí depende do trabalho de homens capazes de realizar a árdua e arriscada tarefa de escalar os açazeiros para a coleta os cachos.

O pagamento efetuado pela mão de obra utilizada na colheita (coleta e debulha dos frutos de açaí) é efetuado de duas formas, sendo uma de acordo com a quantidade de sacos colhidos, havendo uma variação do valor pago por saca colhida, em função de cada propriedade. Outra forma de pagamento é a divisão da produção, sendo dividida em 50% as sacas colhidas com os coletores, porém essa forma de pagamento somente foi relatada por 50% agroextrativistas dos sistemas nativos (floresta extrativa e floresta maneja). Os valores pagos por sacas colhidas (50 kg) variaram entre R\$ 25,00 e R\$ 60,00, com valor médio de R\$ 34,00.

A debulha que é a retirada dos frutos do cacho é realizada no chão, sobre uma lona na própria área de coleta, procedimento realizado por 100% dos entrevistados. Na ocasião ocorre a seleção dos frutos com a retirada de frutos indesejados, denominados por eles de mãe (frutos verdes que não amadurecem) e zarolho, talos, entre outros. Esse processo é importante para melhorar a qualidade do produto, pois todos os entrevistados reconhecem a importância de boas práticas na colheita e pós-colheita, porém alguns agroextrativista mencionaram nem sempre essa prática é realizada pelos coletores. Cerca de 40 % dos agroextrativistas já fizeram o curso de boas práticas de colheita e pós-colheita do açaí (SEBRAE). Após a debulha os frutos são acondicionados em sacos de rafia de 50 kg.

Segundo Almeida et al. (2021) em sua pesquisa os frutos de açaí (*E. oleracea*) são acondicionados em rasas de arumã (*Ischinasiphon obliquus* (Rud.). Martinot; Pereira; Silva (2017), observaram que depois de debulhados, os frutos de açaí (*E. precatória*) foram ensacados em sacos de rafia de 60 kg.

Os agroextrativistas mencionaram que o tempo entre a coleta e venda dos frutos é de menos de 1 dia, pois eles são bastante perecíveis. Esse resultado está de acordo com os de Brum (2019), pois o açaí não pode ser armazenado e deve ser processado em no máximo 24 horas após a coleta. Segundo Martinot; Pereira; Silva (2017) o açaí é um fruto facilmente perecível, um período maior que 48 horas entre a coleta e o processamento implicaria em grande risco de deterioração dos frutos.



### 3.6. Comercialização

Parte do fruto colhido fica na propriedade para o consumo familiar (autoconsumo). O consumo por família variou entre 2 e 8 litros/família/dia e o consumo médio foi de 3 litros/família/dia, ou seja, parte da colheita é destinada ao consumo diário da família. Segundo Tagore; Monteiro; Canto (2018) em sua pesquisa o consumo de açaí por família fica em torno de 2 litros/família.

Os agroextrativistas comercializam o açaí tanto na forma de frutos (73,3%), como na forma de polpa “vinho do açaí” (26,6%), após o beneficiamento. Desta forma assumem diferentes papéis na cadeia produtiva do açaí. Os agroextrativistas que vendem os frutos, alguns vendem na propriedade diretamente para atravessadores (60%), outros vendem diretamente para a fábrica (13,33 %), na sede do município de Codajás e destes 6,67% as vezes vende direto para bateadeiras locais e todos (3) são dos sistemas nativos. Os agroextrativistas que fazem a venda do açaí na forma de “vinho”, 20% comercializam para Manaus. Estes possuem pequena fábrica em suas propriedades, onde realizam o beneficiamento dos frutos e possuem compradores certos que revendem em Manaus. Aqueles que vendem em Codajás possuem despoldadeira de frutas na residência, local onde ocorre o beneficiamento do fruto (produção do vinho) e a venda do vinho. Os agricultores que comercializam o açaí na forma de “vinho” todos são dos sistemas cultivados, sendo dois do sistema monocultivo e dois do sistema consórcio.

Os frutos comprados pelos atravessadores, parte é comercializado nas agroindústrias, mas também podem ser comercializados em Manaus e no próprio município de Codajás para bateadeiras locais. Os frutos que não são processados em Codajás e destinados a outras localidades, são transportados através de barcos, pois o transporte no município somente é realizado por via fluvial.

No município de Codajás, há a atuação de agroindústrias sediadas ou não no município, que atuam na compra dos frutos e fazem o beneficiamento em forma de polpa “vinho”, posteriormente a comercialização é efetuada no mercado nacional e/ou internacional. Entre as agroindústrias estão: a “Bellamazon Açaí”, de origem paraense, mas possui uma unidade instalada no município de Codajás (BELLAMAZON, 2022). No entanto, só funciona no município na época da safra, pois na entressafra fica fechada. A “Frooty” que têm sua sede em São Paulo, mas possui duas unidades filiais no estado do Amazonas, sendo uma em Manacapuru e outra em Humaitá (opera por parceiros de negócio), e os frutos comprados dos agroextrativistas de Codajás são beneficiados na unidade de Manacapuru (FROOTY, 2022).

Açaí Frozen /Codajás-AM) e a Petruz Fruity /Castanhal-PA também atuam em Codajás (DIAS, 2021).

Em sua pesquisa, através de entrevista, Dias (2021) identificou haver 150 batedores sediados no município de Codajás-AM, que processam na forma de polpa, em média, 135.000 mil sacas de açaí, cujo destino é Manaus e adjacências, onde muitas das vezes são vendidas para atravessadores.

Esses resultados demonstram a importância da exploração do açaí no município de Codajás, sendo geradora de renda direta ou indiretamente a diversos atores envolvidos na produção, comercialização e venda do produto. De acordo com Targore, Monteiro; Canto; (2019) fica evidenciado que a cadeia produtiva do açaí precisa ser compreendida como um sistema complexo, onde cada elo da cadeia e ator, deve ser evidenciado, sendo necessário fomentar ações de gestão e planejamento participativo, fortalecendo os processos associativistas.

O número de sacas de frutos de açaí coletado na safra de 2021, mencionada pelos agroextrativistas, nas propriedades correspondentes as aéreas avaliadas de sistema floresta extrativa o número de sacas/safra coletadas variou entre 98 e 2000 sacas, com média de 766 sacas/safra, para a floresta manejada essa variação foi entre 100 e 700, com média de 364 sacas/safra. Enquanto no sistema monocultivo houve uma variação de 130 e 1300 sacas/safra e média de 682,5 sacas/safra e no sistema consórcio a variação foi de 300 e 630 e média de 413 sacas/safra (Figura 13). Observa-se uma grande variação no número de sacas/safra coletadas entre as propriedades e sistemas, porém o sistema consórcio foi o que apresentou menor variação. Os valores de número de sacas/safra coletadas em 2021 variaram em função do tamanho da propriedade, da área explorada e das coletas adicionais em outros sistemas, pois a grande maioria dos agroextrativistas, possuem mais de um tipo de sistema de manejo de açais que exploram em suas propriedades, principalmente as coletas nas áreas de floresta extrativa dentro de suas propriedades (Tabela 3). O valor relatado pelos entrevistados gerados pela venda do açaí/safra variou entre R\$ 8.000,00 e R\$ 70.000,00.

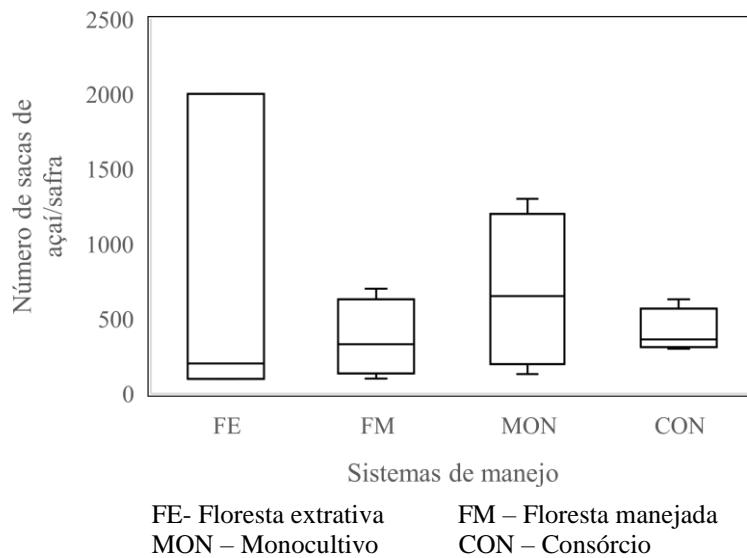


Figura 13. Produção de frutos de açaizais nativos e plantados na safra de 2021, no município de Codajás-AM (n=15).

O número de sacas de frutos de açaí comercializadas nesse estudo foi superior aos encontrados nos estudos de Martinot; Pereira; Silva (2017) e Pegler (2015). Em pesquisa, no município de Manacapuru, estado do Amazonas, Martinot; Pereira; Silva (2017) encontraram um total de 881 sacas de açaí (60 kg), colhidas por 26 famílias em atividade de extrativismo. Em levantamento realizado em Codajás, mesmo município deste estudo, no entanto em áreas ribeirinhas, Pegler (2015), encontrou comercialização entre 20 e 100 sacas de açaí por ano, gerando rendas anuais entre R\$ 400,00 e R\$ 15.000,00 aos agroextrativistas.

Nesse estudo, os resultados de comercialização de frutos de açaí, em Codajás, demonstram um aumento na oferta desse produto e, conseqüentemente, melhorias na geração de renda dos agroextrativistas e no município, pois essa atividade mesmo que sazonal é geradora de empregos temporários e renda a diversos atores envolvidos direta ou indiretamente na cadeia de valor do açaí.

Segundo os entrevistados, há uma variação no preço da saca (50 kg) de açaí entre a safra e a entressafra. Na safra os preços variam entre R\$ 70,00 e R\$ 150,00 com preço médio de R\$ 120,00. Enquanto na entressafra os preços variam entre R\$ 200,00 e R\$ 500,00. Em depoimento os agroextrativistas relatam que na safra quando o fruto do açaí está com melhor qualidade, ocorre a redução dos preços em virtude da maior oferta do produto. Na entressafra, onde a oferta do fruto é reduzida e apresentam qualidade inferior, há obtenção de melhor preço. Conforme relato de alguns agroextrativistas:

“Quanto na safra os preços não são justos, pois está mais composto de polpa e tem uma queda brusca no preço”.

(Agroextrativista/agricultor familiar, 44 anos).

“Tem valor quando tá verde e dá dinheiro e quando está maduro não tem valor”.

(Agroextrativista/agricultora familiar, 65 anos).

Segundo Aguiar (2016), na safra a produção do açaí aumenta bastante e é considerado de qualidade superior, porém, na entressafra há uma considerável redução da oferta do produto e apresentam diferentes estágios de maturação, sendo considerado um açaí de qualidade inferior.

Quando arguidos em relação se consideravam justo o preço do açaí pago a eles, 86,6% responderam que não. A maioria dos entrevistados mencionaram que o valor pago na safra e baixo e após o beneficiamento é muito valorizado e deveria ter um preço mínimo justo. Entre os depoimentos destaca-se:

“O valor na saca não é justo, pois quando vende a polpa é mais valorizado”.

(Agroextrativista, 59 anos).

“É injusto, por causa do preço que é vendido no comércio externo”.

(Agroextrativista, 72 anos),

Entre os vários fatores que dificultam o desenvolvimento da cadeia produtiva do açaí em Codajás, o mais apontado pelos entrevistados foi o escoamento da produção, com taxa de 86,67%, em decorrência das péssimas condições da estrada e ramais (Figura 14 A, B e C). Foram também citados, o preço baixo do produto pago ao agroextrativista, flutuação do preço, a própria organização dos agricultores (cooperativas/associações) e investimentos públicos.

O escoamento da produção, no caso dos frutos do açaí é bastante comprometedor, pois ele é um produto bastante perecível e sua comercialização deve ser realizada o mais rápido possível, após a coleta, para não haver perda do produto, fato já comentado. Como a safra dos frutos do açaí ocorre no período chuvoso na região, as péssimas condições da estrada e ramais acaba sendo um entrave para a realização dessa atividade. Esses resultados demonstram que apesar da importância da atividade de extração do açaí como geradora de renda no município de Codajás, observou-se um descaso dos órgãos competentes em apoiar essa atividade, havendo um descaso com a infraestrutura na zona rural.

Segundo Rodrigues; Simão; Petry (2018), muitas dificuldades encontradas para o desenvolvimento da agricultura familiar poderiam ser sanadas, desde que os órgãos competentes prestem apoio a essa atividade para promover o seu desenvolvimento. No entanto, há um descaso com a infraestrutura na zona rural, bem como a falta de incentivo à agricultura familiar. Da mesma forma, foi observado neste estudo, com a exploração do açaí, seja em áreas

nativas ou plantadas, pois todos os agroextrativistas se denominam também agricultores familiares.



Figura 14. Estrada Codajás/Anori que dá acesso as áreas de açais nativos e plantados (A, B e C), no município de Codajás-AM.

Fonte: A autora (2022).

Os agroextrativistas foram unânimes em responder que a cultura do açaí é de fundamental importância a família, comunidade e município, pois é a base da economia no município, gera emprego e renda e serve de alimento para as famílias, além de ter grande valor cultural.

“É o maior gerador de renda no setor primário, garante o sustento das famílias e gera emprego”.

(Agroextrativista, 44 anos).

“Tem grande importância econômica e social.

(Agroextrativista, 52 anos).

“Antepassados já vendiam o açaí na panela pelas ruas de Codajás”

(Agroextrativista, 62 anos).

Segundo Brum (2021), o desenvolvimento da cadeia produtiva de produtos da sociobiodiversidade pode promover a conservação da biodiversidade aliada ao retorno econômico e resgate do orgulho cultural e bem-estar. O açaí pode ser um dos símbolos desse processo, como catalisador de transformação em comunidades ribeirinhas do Amazonas.

Os resultados desse estudo, demonstram a importância da atividade de exploração do açaí como geradora de renda no município de Codajás. Esses resultados corroboram com o sugerido por Martinot; Pereira; Silva (2017) quando afirmam que o apoio institucional a esta atividade

no estado do Amazonas pode atingir um número significativo de famílias beneficiadas e as cifras podem se aproximar gradativamente daquelas verificadas no Pará.

Segundo Dias; Paulo; Mafra (2022), em um estudo encontraram elementos que o açaí de Codajás, no estado do Amazonas, pode se constituir em uma Indicação Geográfica (IG) do produto, O reconhecimento da IG do açaí de Codajás propiciaria um alcance de maior competitividade no mercado nacional e internacional, agregaria valor ao produto e estimularia os extrativistas a conservarem o método tradicional sustentável de produção (DIAS; PAULO; MAFRA, 2022).

### **3.7. Percepção ambiental**

Em virtude do aumento da demanda pelo açaí está ocorrendo a implantação de novos cultivos e 60% dos entrevistados mencionaram está ocorrendo mudanças na floresta do entorno da comunidade/cidade, por causa do desmatamento. No entanto, cerca de 40 % respondem não observarem modificações, pois argumentaram que se houver o manejo da floresta “bosqueamento” não há necessidade de desmatar. Na visão de alguns agroextrativistas no “açaí bosqueado” os impactos são mínimos. Alguns agroextrativista afirmaram não pensar em implantar novas áreas de cultivos e sim fazer o manejo da floresta “bosqueamento”.

Na visão dos agroextrativista, a tendência é haver aumento da produção do açaí em função dos novos plantios, por causa da alta demanda do produto. Ademais, alguns argumentam a necessidade de melhorar a organização dos agroextrativistas em relação ao aumento da produção e desta forma obterem melhores preço na venda dos frutos. Um dos entrevistados argumenta que com o aumento da produção, em virtude de novos plantios está ocorrendo desmatamento, o que acaba com o resto dos cultivos.

Esses resultados demonstram que apesar da cultura do açaí ser a maior geradora de renda no município, melhorando aspectos socioeconômicos, grande parte dos agroextrativistas estão preocupados com a implantação de novos cultivos de açaí, em especial no sistema monocultivo, pois eles causam impactos ambientais negativos em função do desmatamento. Entre as alternativas citadas para minimizarem os impactos negativos estão o manejo da floresta e os consórcios, onde a cultura do cupuaçu destaca-se com uma outra potencialidade para a região. No geral, observou-se a importância da manutenção da diversidade dos sistemas, seja na forma da manutenção da floresta extrativa, do manejo da floresta ou dos consórcios.

Na percepção dos agroextrativistas de Codajás, 93,3% afirmam não haver redução da fauna, porém 6,7 % afirmam haver redução dos animais silvestres, com exceção dos pássaros. Entre os animais que se beneficiam do açaí nas áreas produtivas em maior percentual foram

citados os pássaros, em que o papagaio e tucano foram os mais mencionados e ambos com 73,3%, seguidos da arara com 46,6%, bem-ti-vi e sábia ambos com 33,3%, os demais animais apareceram em menor percentual (Figura 15). Animais silvestres como paca, veado, queixada, tatu, macaco aparecem em menor percentuais e foram citados em grande maioria pelos agroextrativistas dos sistemas de açazais nativos (floresta extrativa e floresta maneja “bosqueamento”). Esses resultados sugerem que a fauna silvestre se encontra mais preservadas nos sistemas nativos.

Os agroextrativistas reconhecem a importância de deixarem alguns cachos para alimentação da fauna, pois ajudam na dispersão e regeneração da mata nativa, principalmente os pássaros. Os resultados encontrados por Rocha (2004) são análogos aos deste estudo. Em depoimento de moradores do Seringal Caquetá, no estudo de Rocha (2004), os principais animais consumidores/dispersores de frutos de *E. precatória* no pico da frutificação são pássaros da família Psitacidae (papagaios, araras), Rhamphastidae (tucanos) e Crasinae (jacus).

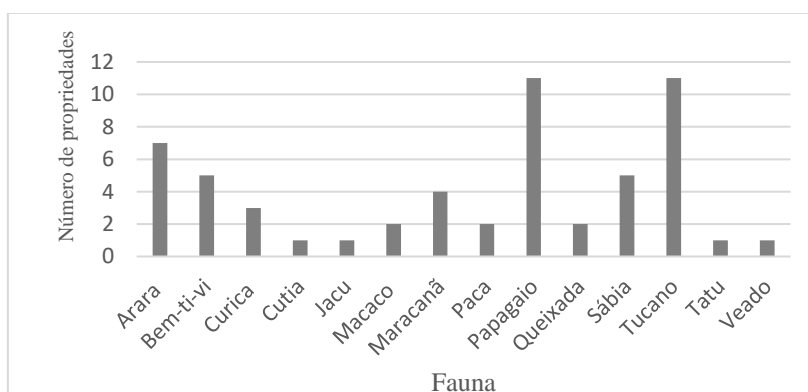


Figura 15. Fauna presente nos sistemas de produção de açazais nativos e plantados, nas propriedades de agroextrativistas no município de Codajás-AM (n=15).

Os agroextrativistas foram arguidos em relação à importância da preservação do meio ambiente, todos reconhecem ser fundamental e importante para a manutenção da vida. Entre os depoimentos, alguns destacam-se para se entender o nível de percepção ambiental dos agroextrativistas em relação a esse assunto.

“Sem a natureza e a floresta há redução das chuvas e a humanidade precisa da floresta e da água”.  
(Agroextrativista, 60 anos).

“A preservação da mata e dos animais é importante. A mata só tem valor em pé, antes fazia queimada e agora não faço, os treinamentos modificou meu modo de pensar”.  
“Não penso mais em desmatar para fazer monocultivo, em novas áreas vou fazer “bosqueamento””.  
(Agroextrativista, 59 anos).

“É importante preservar, por isso não desmato e faço consórcio, mais importante para variar a renda”.  
(Agroextrativista, 65 anos).

Esses resultados demonstram a importância das capacitações técnicas e as trocas de experiências repassadas entre os agroextrativistas. Em função da proximidade das áreas estudadas à sede do município, as atividades de capacitação técnicas podem ser mais frequentes, bem como as atividades de ATER e de outros órgãos como SEBRAE, SENAR, entre outros, atuarem, como foram constatados nas entrevistas.

Os impactos positivos destacados com o aumento da demanda do açaí em Codajás, os entrevistados responderam melhoria de vida da comunidade, aumento do poder econômico, geração de empregos e aumento da produção que contribuem para melhoria da qualidade de vida da população no município. Entre os impactos negativos destacaram aumento do desmatamento, degradação do meio ambiente e aumento do aparecimento do “besouro” nas plantas de açaí. Alguns agroextrativistas responderam não haver impactos negativos.

Na percepção dos entrevistados a produtividade está aumentando em função do aumento dos plantios e do manejo nas florestas. Segundo alguns, em um ano ocorre maior produção e no outro diminui. Ademais, mencionam ocorre uma queda na produção por causa das variações climáticas e carência nutricional do solo. Entre os depoimentos mencionados:

“Redução devido a friagem quando está colocando os cachos. Quando só dá uma friagem no ano a redução de frutos é pouca, porém várias friagens no ano reduzem muito a produção”.  
(Agroextrativista, 60 anos).

“A redução pode ocorrer por causa da terra cansada. Culturalmente o pessoal acha que é friagem”.  
(Agroextrativista, 72 anos).

Apesar de reconhecerem a importância do açaí como principal geradora de renda para região e proporcionar melhorias socioeconômicas, estão preocupados com o aumento do desmatamento e estão buscando novas formas de manejos para a exploração do açaí que consideram mais sustentáveis, tais como o manejo da floresta e o consórcio.



#### 4. CONCLUSÃO

O açaí-do-amazonas (*Euterpe precatoria*) é um produto florestal não madeireiro e o aumento da demanda nacional e internacional vêm proporcionando papel fundamental na economia da população no município de Codajás. No entanto, necessita de estímulo e valorização dos atores sociais da região produtora, pois muitas das vezes são desassistidos pelas políticas do Estado.

Além do valor econômico, o açaí-do-amazonas exerce também grande importância cultural para a população de Codajás, fazendo parte da dieta alimentar proporcionando segurança alimentar.

Alguns entraves devem ser superados na cadeia produtiva do açaí, principalmente melhorias das condições de acesso da estrada e ramais facilitando o escoamento da produção, melhor organização dos agroextrativistas e preço mínimo justo pago ao agroextrativista.

A indicação geográfica (IG) para o açaí de Codajás seria uma alternativa viável para agregar valor ao produto.

Os sistemas de manejos de açaí cultivado em Codajás, apresentam baixa dependência a insumos externos, visto que a maioria dos agroextrativistas, ainda se apropriam de práticas tradicionais e troca de experiências, estando abertos ao aprendizado de novas práticas que possam contribuir na manutenção e/ou melhoria e sustentabilidade dos agroecossistemas.

Os sistemas consórcios, dos agroextrativistas em Codajás, apresentam maior diversidade em relação aos monocultivos, além de estarem associados as práticas de avicultura e piscicultura melhorando a renda e a segurança alimentar.

Verificou-se uma possível fragilidade nos sistemas de manejo, em função do aparecimento da incidência de “praga”, um coleóptero (besouro), que podem estar associadas à expansão de novas áreas de cultivo de açaí, principalmente os monocultivos, e futuramente poderá causar danos a cultura, prejudicando a produção. Estudos futuros devem ser realizados para identificação dessa “praga”, qual a proporção de infestação nos diferentes sistemas de produção do açaí, desta forma poder nortear quais possíveis medidas devem ser adotadas.

Preocupados com o aumento do desmatamento, em função de novos cultivos, os agroextrativistas estão buscando novas formas de manejo nas áreas de floresta, por eles denominados de “bosqueamento”, com objetivo de aumentar a produção extrativa de frutos do açaizeiro. Portanto há necessidade do desenvolvimento de pesquisas participativa para avaliar esse sistema de manejo na floresta com a espécie *Euterpe precatoria*, que está sendo desenvolvido pelos agroextrativistas, em Codajás. Ademais, esse estudo deve ter uma visão holística e sistêmica do ecossistema avaliado.

Novos estudos devem ser realizados envolvendo sistemas de agroextrativistas de comunidades mais afastadas da sede municipal de Codajás, abrangendo comunidades tais como Miuá, Badajoz e outros ramais, abrangendo diferentes ambientes e manejo de *Euterpe precatoria*.

Está ocorrendo pressão da seleção no processo de domesticação da espécie *E. precatoria* em relação ao ambiente e seleção fenotípica.

Apesar da grande demanda pelos seus frutos ainda são incipientes os resultados de pesquisa para a espécie *Euterpe precatoria*, portanto há necessidade de novos estudos que possam contribuir com a expansão dessa cultura, principalmente em populações nativas como as encontradas no município de Codajás.

## 5. REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. G. R. Manejo de população de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em parcelas de produção de frutos em área de várzea. Dissertação (Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas). - Universidade Federal do Pará/ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém. 2016

ALMEIDA, Hellem Pinheiro; HOMMA, Alfredo Kingo Oyama; MENEZES, Antônio Jose Elias Amorim; FILGUEIRAS, Gisalda Carvalho; FARIAS NETO, João Tomé. Perfil socioeconômico da produção de açaí manejado em comunidades rurais do Município de Igarapé-Miri, Pará. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 11, e592101120084, 2021 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.20084>

ALTIERI, M., *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Guaíba, 2002. 592p.

ARAÚJO, César Teixeira Donato; NAVEGANTES-ALVES, Lívia de Freitas. Do extrativismo ao cultivo intensivo do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico: sistemas de manejo e suas implicações sobre a diversidade de espécies arbóreas. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 10 (1): 12-23. 2015. IISSN: 1 980-9735.

BELLAMAZON, 2022. Site: [Bellamazon Açaí \(bellamazonacai.com.br\)](http://bellamazonacai.com.br). Acesso: maio de 2022.

BRUM, Heloisa Dantas. Economia e ecologia de açaí (*Euterpe precatoria*) em comunidades ribeirinhas na Amazônia Central / Heloisa Dantas Brum. – Natal. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Ecologia. 2019. 156 f.: il,

CÂNDIDO, G.A.; NÓBREGA, M.M.; FIGUEIREDO, M.T.M.; MAIOR, M. M.S. Avaliação da sustentabilidade de unidades de produção agroecológicas: Um estudo comparativo dos métodos IDEA e MESMIS. *Ambiente e Sociedade*. São Paulo v. XVIII, n. 3, p. 99-120, jul.-set. 2015.

CASTRO; César Nunes de; PEREIRA, Caroline Nascimento. Agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural e a política nacional de ATER. Rio de Janeiro: IPEA, 2017. 41p.

CHIFFOLEAU, Y.; DESCLAUX, D. Participatory plant breeding: the best way to breed for sustainable agriculture? *International Journal of Agricultural Sustainability*, 4:119-130. 2006.

CLEMENT, C. R. A Lógica do mercado e o futuro da produção extrativista. In: VI Simpósio Brasileiro de Etnobiologia e Etnoecologia, Sessão 5: O (neo) extrativismo é viável socioambientalmente? Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia, U. F. R. G. S., Porto Alegre, 2006.

CONAB. Análise mensal, açaí fruto. Março. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/.../analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai>. Acesso em: 20 de setembro. 2021.

COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. Estatística. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2002. 266p.

CYSNE, Alex Queiroz; LOPES, Ricardo; CUNHA, Raimundo Nonato Vieira. Ocorrência e dano da broca rajada causando morte em açaí solteiro no estado do Amazonas. *Acta Iguazu*, Cascavel, v.9, n.2, p. 25-32, 2020.

DARNET, S.; SERRA, J. L.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. A high-performance liquid chromatography method to measure tocopherols in assai pulp (*Euterpe oleracea*). *Food Research International*, v. 44, n. 7, p. 2107-2111, 2011.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.039>.

DIAS, Françoan de Oliveira; PAULO, Richard Coelho; MAFRA, Rosana Zau. Diagnóstico para o reconhecimento do açaí de Codajás-Amazonas como indicação geográfica. *Revista Ingi – Indicação Geográfica e Inovação* Vol.6, n.1, p.1586-1608. 2022. ISSN: 2594-8288. DOI: 10.51722/Ingi.v6.i1.190.

DIAS, Françoan de Oliveira. Diagnóstico para o reconhecimento do Açaí de Codajás - Amazonas como Indicação Geográfica. Manaus. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação). Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, 2021. 101 p.

FARIAS NETO, J.T; RESENDE, M.D.V.; OLIVEIRA, M.S.P. Seleção simultânea em progênies de açaizeiro irrigado para produção e peso do fruto. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33:532- 539. 2011.

FRAXE, Therezinha de Jesus Pinto; PEREIRA, Henrique dos Santos; WITKOSKI, Antônio Carlos. Comunidades ribeirinhas amazônicas: modo de vida e uso dos recursos naturais. 1. ed. Manaus: Reggo Edições, 2011. 224 p.

FREITAS, M.A.B; MAGALHÃES, J.L.L.; CARMONA, C.P.; ARROYO-RODRÍGUE, V.; VIEIRA, I.C.G.; TABARELLI, M. Intensification of açaí palm management largely impoverishes tree assemblages in the Amazon estuarine forest. *Biological Conservation* 261 (2021) 109251. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109251>.

FREITAS, M.A.B.; VIEIRA, I.C.G.; ALBERNAZ, A.L.K.M.; MAGALHÃES, J.L.L.; LEES, A.C. Floristic impoverishment of Amazonian floodplain forests managed for açáí fruit production. *For. Ecol. Manag.* 351, 20–26. 2015.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.05.008>.

FROOTY, 2022. [Frooty. relatorio-sustentabilidade.pdf \(frooty.com.br\)](https://www.frooty.com.br/relatorio-sustentabilidade.pdf)  
 Acesso: maio de 2022.

GOMES, Maria Campos; NOGUEIRA, Ana Claudia Fernandes; COSTA, Francimara Souza da. Assistência técnica e extensão rural em comunidades rurais do sul do Amazonas. *Novos Cadernos NAEA*, v.21, n.2, p.193-211, 2018.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001.  
 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)

HENDERSON, A. *The palms of the Amazon*. Oxford, University Press, New York, 362p.1995.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. *Extrativismo, biodiversidade e biopirataria: como produzir benefícios para a Amazônia*. Embrapa Informação Tecnológica. 2007. Brasília, 2007.

IBGE. *Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS*. IBGE. 2020.  
<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=series-historicas>  
 Acesso em: fevereiro de 2022.

IBGE. *População estimada*. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2021.  
 Disponível em: <https://bit.ly/3qGFwQO>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2022.

BGE. *Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS.*, Rio de Janeiro, v. 36, p. 1-8, 2021.

JARVIS, D.I.; BROWN, A.H.D.; CUONG, P.H.; COLLADO – PANDURO, L.; LATOURNIERE – MORENO, L.; GYAWALI, S.; TANTO, T.; SAWADOGO, M.; MAR, I.; SADIKI, M.; HUE, N.T.N.; ARIAS – REYES, L.; BALMA, D.; BAJRACHARYA, J.; CASTILLO, F.; RIJAL, D.; BELQADI, L.; RANA, R.; SAIDI, S.; OUEDRAOGO, J.; ZANGRE, R.S.P.; FADDA, C.; HODGKIN, T. A global perspective of the richness and evenness of traditional crop genetic diversity maintained by farming communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS (USA)*, 105:5326-5331. 2008.

LARSON, Ron; FARBER, Betsy. *Estatística aplicada*. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 637p.

MACÍA, M.J.; ARMESILLA, P.J.; CÁMARA-LERET, R.; PANIAGUA-ZAMBRANA, N.; VILLALBA, S.; BALSLEV, H.; PARDO-DE-SANTAYANA, M. Palm Use in Northwestern South America: A Quantitative Review. *Bot. Rev.* 77: 462-570. 2011.

MARINHO, P. T.; RIBEIRO, A. B. Os açazeiros de Codajás: as especificidades do rural e do urbano nos municípios da calha do Rio Solimões-Amazonas. 2009. In: XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária, São Paulo vol. único: 1-15

MARINHO, T. P.; SCHOR, T. Nos interflúvios do rural e do urbano na Amazônia: o caso de Codajás-Amazonas, Brasil. ACTA Geográfica, Boa Vista, v.6, n.11, jan./abr. de 2012. pp.69-81. DOI: 10.5654/actageo2012.0611.0005

MARTINOT, J. F., PEREIRA, H. S., SILVA, S. C. P. Coletar ou Cultivar: as escolhas dos produtores de açaí-da-mata (*Euterpe precatoria*) do Amazonas. Revista de Economia e Sociologia Rural. Vol. 55, Nº 04, p. 751-766. Out/Dez 2017.

MARTINOT, J.F. Manejo agro-extrativista do açaí-da-mata na Amazônia Central. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia) – Centro de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2013. 124p.

MATOS, Claudia Blair; SAMPAIO, Paulo; RIVAS, Alexandre A. F; MATOS, João C.S; HODGES, Donald G. Economic profile of two species of Genus Euterpe, producers of acai fruits, from the Pará and Amazonas States – Brazil. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB) Vol-2, Issue-4, July-Aug- 2017.  
<http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/2.4.46> ISSN: 2456-1878  
[www.ijeab.com](http://www.ijeab.com) Page | 1822

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; FERNANDES, F. F.; DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMAS, J.M. de; LOPES, A. S.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 3: 209-248. 2003.

NÓBREGA, Janiny A.; LIMA, Enac P.; DANTAS NETO, José. Diagnóstico socioeconômico dos produtores de açaí in natura, de municípios do Amapá. Revista Educação Agrícola Superior Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS - v.26, n.2, p.83-87, 2011.

NOGUEIRA, Ana Karlla Magalhães; SANTANA, Antônio Cordeiro. Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará. Rev. Ceres, Viçosa, v. 63, n.1, p. 001-007. 2016.

NOGUEIRA, A.K.M.; SANTANA, A.C.; GARCIA, W.S. A dinâmica do mercado de açaí fruto no Estado do Pará: de 1994 a 2009. Revista Ceres, 60:324-331. 2013.

OLIVEIRA, Maria do Socorro Padilha; FARIAS NETO, João Tomé; MATTIETTO, Rafaella de Andrade; MOCHIUTTI, Silas; CARVALHO, Ana Vânia. Açaí. *Euterpe oleracea*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017. Disponível: <http://www.iica.int>. Acesso: em maio de 2019.

PEGLER. L. Peasant inclusion in global value chains: economic upgrading but social downgrading in labour processes? Journal of Peasant Studies 42(5):1-28. 2015.

PINTO, Fabiana Rocha. Análise produtiva de sistemas agroextrativistas de Açaí-da-mata (*Euterpe precatoria* Mart.) na Amazônia central. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas. 2018. 152 p.

PINTO, A.; AMARAL, P.; GAIA, C.; OLIVEIRA, W. Boas práticas para manejo florestal e agroindustrial de produtos florestais não madeireiros: açaí, andiroba, babaçu, castanha-do-brasil, copaíba e unha-de-gato. Belém, PA: Imazon; Manaus, AM: Sebrae-AM, 2010.

ROCHA, Elektra. Potencial ecológico para o manejo de frutos de açazeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) em áreas extrativistas no Acre, Brasil. Acta Amazônica. v. 34(2): 237 – 250. 2004.

ROCHA, Elektra. Aspectos ecológicos e sócio-econômicos do manejo de *Euterpe precatoria* Mart. (Açaí) em áreas extrativistas no Acre, Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo. São Carlos. 2002.

ROCHA, Elektra; VIANA, Virgílio Mauricio. Manejo de *Euterpe precatoria* Mart. (Açaí) no seringal Caquetá, Acre, Brasil. Scientia Forestalis. n. 65, p. 59-69, jun. 2004.

RODRIGUES, Bruno dos Santos; SIMÃO, Frânio Costa; PETRY, Jonas Fernando. Políticas públicas para agricultura familiar no interior do estado do Amazonas. R.G.Sec., GESEC, v.9, n.1, p.208-235, 2018.

SAID, M.M. Práticas de gestão e indicadores de sustentabilidade em cultivos de bananeiras em dois municípios do estado do Amazonas. 2015. 187 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Programa Multi Institucional de Pós-Graduação em Biotecnologias da Amazônia, Manaus, 2015.

SANTANA, K. C. T. Mercado justo e solidário como contribuição ao desenvolvimento sustentável: um estudo das representações econômico-sociais do comércio do açaí pelo município de Codajás. 2006. 157f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Centro de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

SILVA JÚNIOR, José Itabirici de Souza. Socioeconomia e qualidade do solo em áreas nativas e cultivadas com açazeiros no Estado do Pará. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia. Campus Universitário de Belém. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2019. 74 f.

SIQUEIRA, Jhassem Antônio Silva; PEREIRA, Henrique dos Santos; SILVA, Suzy Cristina Pedroza; RICART, Maria Luiza de Azambuja Midosi Caracterização agroecológica de sistemas tradicionais de produção do açaí (*euterpe* spp.) em Carauari, no médio rio Juruá, estado do Amazonas. Revista Brasileira de Agroecologia. Vol. 16, Nº 2. | p.156-168. 2021. DOI: 10.33240/rba.v16i2.23200. ISSN: 1980-9735.

SOARES, Keller Regina; FERREIRA, Esvanio Edipo da Silva; SEABRA JUNIOR, Santino; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva. Extrativismo e produção de alimentos como estratégia de reprodução de agricultores familiares do assentamento seringal, Amazônia Meridional. RESR, Piracicaba-SP, Vol. 56, Nº 04, p. 645-662. 2018.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560406>

SOUZA, Érica Inês Almeida. perdas pós-colheita em bananas produzidas em Rio Preto da Eva, Amazonas. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical). Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-graduação em Agronomia Tropical. 2019.109 p.

SOUZA, Max Randson de Souza; SILVA, Ecio Rodrigues; SOUZA, Luís Gustavo de Souza. Socioeconomia dos vendedores de polpa e frutos de açaí no município de Feijó – Acre. SAJEBTT, Rio Branco, UFAC v.6 n.2, p. 700-713, 2019. Edição ago/dez. ISSN: 2446-4821.

SWIFT, M.J.; WOOPER, P.L. Organic Matter and the Sustainability of Agricultural Systems: Definition and Measurement. In: MULONGOY, K.; MERCKX, R. Eds., Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture, IITA, Leuven, 3-18. 1993.

TAGORE, Márcia de Pádua Bastos; MONTEIRO, Marcílio de Abreu; CANTO, Otávio. A cadeia produtiva do açaí: estudo de caso sobre tipos de manejo e custos de produção em projetos de assentamentos agroextrativistas em Abaetetuba, Pará. Amazônia, Organizações e Sustentabilidade-AOS, Brasil, v.8, n.2, jul/dez. 2019. p. 99-112.

DOI - <http://dx.doi.org/10.17800/2238-8893>. ISSN online: 2238-8893.

TAGORE, Márcia de Pádua Bastos; CANTO, Otávio; SOBRINHO, Mário Vasconcellos. Políticas públicas e riscos ambientais em áreas de várzea na Amazônia: o caso do PRONAF para produção do açaí. Desenvolv. Meio Ambiente, v. 45, p. 194-214, abril 2018.

VALIANTE, J. O.; SIENA, O. Produção Sustentável em Reservas Extrativistas. Rio Branco (Acre), Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER). 20 a 23 de julho de 2008.

VILLANI, FT; RIBEIRO, GAA; VILLANI, EMA; TEIXEIRA, WG; MOREIRA, FMS; MILLER, R; ALFAIA, SS Microbial Carbon, Mineral-N and Soil Nutrients in Indigenous Agroforestry Systems and Other Land Use in the upper Solimões Region, Western Amazonas State, Brazil. Agricultural Sciences, 8, 657-674. 2017. <http://www.scirp.org/journal/as> ISSN Online: 2156-8561 ISSN Print: 2156-8553.

WADT, L. H.O.; RIGAMONTE-AZEVEDO, O.C.; FERREIRA, E.J. L.; CARTAXO, C.B.C. Manejo de açaí solteiro (*Euterpe precatoria* Mart.) para produção de frutos. Rio Branco, AC: Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar. 2004. Documento Técnico - Seprof 02.

YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; SILVA-FILHO, D.F.; YUYAMA, K.; VAREJÃO, M.J.; FÁVARO, D.I.T.; VASCONCELLOS, M.B.A.; PIMENTEL, S.A.; CARUSO, M.S.F. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. Acta Amazônica, vol.41, n.4, Manaus. 2011.

ZIGER, V. O Crédito Rural e a Agricultura Familiar: desafios, estratégias e perspectivas. Coletânea Pequenos Negócios: Desafios e Perspectivas: Serviços Financeiros. Brasília: SEBRAE/NA 5, 2013.



## **CAPÍTULO II**

### **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE QUÍMICA DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM A NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE AÇAÍ EM FUNÇÃO DO MANEJO DOS AGROECOSSISTEMAS DO AÇAÍ-DO-AMAZONAS EM CODAJÁS**



## CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE QUÍMICA DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM A NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE AÇAÍ EM FUNÇÃO DO MANEJO DOS AGROECOSSISTEMAS DO AÇAÍ-DO-AMAZONAS EM CODAJÁS

### RESUMO

*Euterpe precatoria* (açai-do-amazonas) é uma espécie bastante abundante e encontrada em populações nativas, em Codajás, no Amazonas. Com aumento da demanda pelo açai, está ocorrendo um aumento da produção de frutos de açai, seja mediante coleta em áreas extrativas e/ou pela expansão de seu cultivo. Torna-se necessário práticas de manejo adequadas para assegurar a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Portanto, o objetivo deste foi avaliar a qualidade do solo através de indicadores químicos e sua relação com a nutrição de plantas, em função dos diferentes sistemas de manejo do açai-do-amazonas. Amostras de solo foram coletadas, a 0-10 e 10-20 cm de profundidade, em dois anos, efetuadas entre novembro e dezembro de 2019 e janeiro e fevereiro de 2022. Determinou-se atributos químicos do solo (pH (H<sub>2</sub>O), Al, COS, Ca, Mg, K, P, Fe, Mn e Zn). Foram coletadas amostras foliares (folha de número 6), efetuada em novembro e dezembro de 2019. Determinou-se as concentrações foliares de Ca, Mg, N, P, K, Fe, Mn e Zn. As análises foram efetuadas no laboratório de solo e planta do INPA. A análise de variância foi realizada considerando o modelo entre e dentro de tratamentos que é similar a análise em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 sistemas de manejo (floresta extrativa, floresta manejada, monocultivo e consórcio) e quatro repetições. Os dados de granulometria e caracterização química foram avaliados através de análise descritivas e para macro e micronutriente foliares e atributos físicos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5%. Foram realizadas análise de correlação (Pearson) e Análise de Componentes Principais (ACP). A avaliação da sustentabilidade foi realizada utilizando o índice de Mulamba-Rank. Os solos dos sistemas produtivos do açai-do-amazonas apresentaram grande variabilidade em relação a classe textural, principalmente nos sistemas de açais nativos, porém a classe mais recorrente foi a franco-siltosa, com maiores proporções da partícula silte. Os solos apresentam elevada acidez, baixos teores de Ca, Mn e Zn e elevada disponibilidade de Fe, nas duas profundidades estudadas. Ademais, na profundidade de 0-10 cm, em alguns casos, tal como os sistemas de floresta extrativa e floresta maneja, os teores de Mg, K e P foram considerados médios para solos tropicais. Os teores de MOS variaram de médio a alto. Sistemas produtivos que resultam no aumento dos teores da MOS têm sido apontados como mais sustentáveis. Ainda não existe faixas de concentrações foliares adequadas para o açazeiro. As concentrações de Ca e Zn nas folhas do açai-do-amazonas foram inferiores as encontrados na literatura para *Euterpe oleracea*. Enquanto as concentrações de N, P e Mg foliares foram análogas e o K foi semelhante a alguns estudos e inferiores a outros ao avaliarem a espécie *E. oleracea*. O Fe apesar de apresentar alta disponibilidade no solo, nas folhas apresentou concentrações muito inferiores às encontradas na literatura. O Mn foliar encontrou-se dentro das concentrações de outros estudos, sugerindo que a deficiência encontrada no solo não comprometeu a disponibilidade na planta. A ordem de demanda decrescente encontrada no tecido foliar para macronutrientes foi N > K > Ca > P > Mg e para micronutrientes foi Mn > Fe > Zn. As variações nas concentrações de alguns nutrientes foliares para *Euterpe precatoria* podem estar relacionadas a influência de fatores como genótipo, clima, idade da planta, solo, indicando a necessidade de estabelecer nível de concentração adequada de nutrientes para a espécie, que pode apresentar diferenças no requerimento nutricional em relação a *Euterpe oleracea*. A elevada acidez e baixos teores de Ca e Zn podem estar limitando a produção de frutos nos sistemas estudados. Os solos dos sistemas de açais nativos mostraram-se bastante heterogêneos e podem estar em diferentes ambientes e classes de solos distintas. Está ocorrendo uma pressão da seleção no processo de domesticação da espécie em relação ao ambiente natural. O sistema de manejo floresta extrativa foi o sistema considerado mais sustentável, sugerindo que a serrapilheira, a ciclagem de nutrientes, além do manejo da matéria orgânica, adicionada através dos resíduos das colheitas dos frutos de açai, parecem ser os principais componentes que contribuem para a qualidade e sustentabilidade das propriedades químicas do solo e nutrição das plantas de açai.

**Palavras-chave:** Qualidade do solo, características químicas, *Euterpe precatoria* Mart., análise foliar.

## CHAPTER II: ASSESSMENT OF THE CHEMICAL QUALITY OF THE SOIL AND ITS RELATIONSHIP WITH THE NUTRITION OF AÇAÍ PLANTS AS A FUNCTION OF THE MANAGEMENT OF AÇAÍ-DO-AMAZONAS AGROECOSYSTEMS IN CODAJÁS

### ABSTRACT

*Euterpe precatoria* (Amazon açai) is a very abundant species found in native populations in Codajás, Amazonas. With the increase in demand for açai, there is an increase in the production of açai fruits, either through collection in extractive areas and/or through the expansion of its cultivation. Appropriate management practices are necessary to ensure the sustainability of production systems. Therefore, the objective of this study was to evaluate the soil quality through chemical indicators and its relationship with plant nutrition, depending on the different management systems of the açai-do-amazonas. Soil samples were collected, at 0-10 and 10-20 cm depth, in two years, carried out between November and December 2019 and January and February 2022. Soil chemical attributes (pH (H<sub>2</sub>O), Al, COS, Ca, Mg, K, P, Fe, Mn and Zn). Leaf samples were collected (sheet number 6), carried out in November and December 2019. Leaf concentrations of Ca, Mg, N, P, K, Fe, Mn and Zn were determined. The analyzes were carried out in the soil and plant laboratory of INPA. The analysis of variance was performed considering the model between and within treatments, which is similar to the analysis in a completely randomized design (DIC), with 4 management systems (extractive forest, managed forest, monoculture and intercropping) and four replications. The granulometry and chemical characterization data were evaluated through descriptive analysis and for foliar macro and micronutrients and physical attributes were subjected to analysis of variance, and the averages were compared by Tukey's test at the level of 5%. Correlation analysis (Pearson) and Principal Component Analysis (PCA) were performed. The sustainability assessment was performed using the Mulamba-Rank index. The soils of the productive systems of the açai-do-amazonas presented great variability in relation to the textural class, mainly in the native açai systems, but the most recurrent class was the silty loam, with higher proportions of the silt particle. The soils have high acidity, low Ca, Mn and Zn contents and high Fe availability at the two studied depths. Furthermore, at a depth of 0-10 cm, in some cases, such as extractive forest and forest management systems, Mg, K and P contents were considered average for tropical soils. SOM levels ranged from medium to high. Production systems that result in an increase in SOM levels have been identified as more sustainable. There are still no suitable ranges of foliar concentrations for the açai tree. The concentrations of Ca and Zn in the leaves of the açai-do-amazon were lower than those found in the literature for *Euterpe oleracea*. While leaf N, P and Mg concentrations were similar and K was similar to some studies and lower to others when evaluating the species *E. oleracea*. Fe, despite presenting high availability in the soil, in the leaves presented concentrations much lower than those found in the literature. Leaf Mn was found within the concentrations of other studies, suggesting that the deficiency found in the soil did not compromise plant availability. The order of decreasing demand found in the leaf tissue for macronutrients was  $N > K > Ca > P > Mg$  and for micronutrients it was  $Mn > Fe > Zn$ . The variations in the concentrations of some foliar nutrients for *Euterpe precatoria* may be related to the influence of factors such as genotype, climate, plant age, soil, indicating the need to establish a level of adequate concentration of nutrients for the species, which may present differences in the requirement nutritional status in relation to *Euterpe oleracea*. The high acidity and low levels of Ca and Zn may be limiting fruit production in the studied systems. The soils of the native açai grove systems proved to be quite heterogeneous and may be in different environments and distinct soil classes. There is a selection pressure in the process of domestication of the species in relation to the natural environment. The extractive forest management system was considered the most sustainable system, suggesting that the litter, the cycling of nutrients, in addition to the management of organic matter, added through the residues of the açai fruit crops, seem to be the main components that contribute to the quality and sustainability of soil chemical properties and nutrition of açai plants.

**Keywords:** Soil quality, chemical characteristics, *Euterpe precatoria* Mart., leaf analysis.

## 1. INTRODUÇÃO

A floresta amazônica abriga diversas espécies frutíferas, dentre elas o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart), que é um produto florestal não madeireiro (PFNM), com potencial agrônomo, tecnológico, nutricional e econômico (YUYAMA et al., 2011).

Nas últimas décadas, houve um crescimento de demanda no mercado nacional e internacional (MACÍA et al. 2011; MATOS et al., 2017), principalmente, devido ao seu valor nutracêutico, face ao seu rico conteúdo de antocianinas (MATOS et al., 2017), com capacidade antioxidante (DARNET et al., 2011) e anti-inflamatória (KANG et al. 2012; MATOS et al., 2017). Essa demanda fez com que o açaí se tornasse uma das mais promissoras alternativas de geração de renda sustentável para comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira (MACÍA et al., 2011).

No ano de 2020, a produção nacional de frutos açaí foi de 220.489 toneladas, com valor de produção de R\$ 694.306,00 milhões, em razão da valorização do produto, que segue com consumo elevado no mercado nacional e internacional (IBGE, 2020). No entanto, a demanda crescente pelo açaí, de acordo com especialistas, está longe de ser cumprida (MATOS et al., 2017).

A região Norte do país concentra a maior parte da produção de açaí, com Pará e Amazonas respondendo por 87,5% do total. O estado do Pará é o maior produtor mundial de açaí, tendo dobrado sua produção nos últimos 10 (dez) anos e o maior exportador brasileiro, seguido do Amazonas. O estado do Maranhão aumentou a extração de açaí nos últimos cinco anos (CONAB, 2019).

Em Codajás *E. precatoria* (açaí-do-amazonas) é uma espécie bastante abundante e encontrada em populações naturais na região. No entanto, devido à grande demanda pelo seu fruto há um aumento da produção, seja mediante coleta em áreas extrativas como também pela expansão de seu cultivo. Assim o manejo da espécie tem sido intensificado, tanto pela coleta em áreas de açaizais nativos (matas nativas), bem como pelo cultivo em novas áreas seja em sistemas agroflorestais (SAF), consórcios ou monocultivos.

Nesse contexto, sendo o açaí-do-amazonas um produto florestal e que representa um grande potencial econômico para as comunidades extrativistas, na Amazônia Ocidental brasileira, o aumento da produção oriunda de populações nativas é evidente. Contudo, torna-se necessário que técnicas de manejo adequadas sejam definidas para se assegurar a sustentabilidade dos sistemas produtivos (WADT et al., 2004).

Desta forma, a avaliação das alterações ocorridas nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, em função do uso e manejo dos sistemas de produção, assume grande importância prática, uma vez que o entendimento das modificações ocorridas, decorrentes do seu cultivo, pode fornecer elementos para produção em bases mais sustentáveis (COSTA et al., 2008; PORTUGAL; COSTA; COSTA, 2010).

Sistemas de manejo que permitem um aumento no fornecimento de resíduos orgânicos e melhoram a cobertura do solo, contribuem para o aumento da matéria orgânica do solo (TRACY; ZHANG, 2008; CARVALHO et al, 2010). Bem como, sistema de manejo que promovem a manutenção de resíduos de plantas no solo e preservam a estrutura da superfície do solo contribuem para melhorias significativas dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (CARVALHO et al., 2010; CARNEIRO et al., 2013).

Em função da sua importância nas propriedades químicas, física e biológica do solo, a matéria orgânica pode ser considerada como a “vida do solo”. Tem papel importante como fonte de C, P, N e S, e é responsável pela ciclagem e disponibilidade desses nutrientes que são constantemente alterados pela mineralização e imobilização microbiológica. Desta forma, a matéria orgânica do solo (MO) torna-se extremamente importante na avaliação de sistemas de manejo do solo e é um bom indicador da qualidade do solo (SOUZA et al., 2014). Por tanto, a relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo comportamento das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (DORAN; PARKIN, 1994; GOMIDE; SILVA; SOARES, 2011; MARTINS et al., 2012).

O uso inadequado do solo tem ocasionado à degradação de seus atributos físicos, químicos e biológicos como, a desestruturação e compactação, redução da fertilidade, perda da matéria orgânica e diminuição da diversidade e quantidade de organismos no solo (LEITE et al., 2010). A relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo efeito nos atributos físicos (POTT et al, 2017), químicos (FREITAS et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015. SILVA JUNIOR, 2019) e biológicos do solo (CARNEIRO et al., 2009; LEITE et al., 2010).

A qualidade química do solo é fundamental para a sustentabilidade agrícola e manutenção dos ecossistemas naturais. O grau de acidez, alcalinidade e os teores de matéria orgânica são importantes variáveis que afetam direta e indiretamente as propriedades químicas (disponibilidade de fósforo, alumínio e manganês). Indicadores químicos, tais como pH, teores de nutrientes, além do teor de carbono orgânico total (COT), têm sido utilizados para a avaliação da qualidade do solo (CUNHA NETO et al., 2018; GOMES et al., 2006). As condições químicas do solo afetam as relações solo-planta, a qualidade da água, o poder

tampão, a disponibilidade de nutrientes e de água para as plantas e outros organismos (GOMES et al, 2006).

Avaliações das alterações nas propriedades do solo decorrentes de impactos da intervenção antrópica em ecossistemas naturais podem constituir importante instrumento para auxiliar no monitoramento da conservação ambiental, uma vez que, permitem caracterizar a situação atual, alertar para situações de risco e, por vezes, prever situações futuras, especialmente quando adotada como referência a vegetação nativa original (CARDOSO et al., 2011).

Nesse contexto, o açazeiro se desenvolve em diferentes tipos de solo e é encontrado naturalmente em terra firme e em áreas sujeitas a inundações, embora não tolere áreas permanentemente alagadas (VIÉGAS et al., 2004; VIÉGAS et al., 2022). Portanto, avaliar a existência de possíveis diferenças entre os solos onde ocorrem a produção de açazais, seja nativos ou cultivados, são de grande importância para o manejo adequado da espécie.

A diagnose do estado nutricional de plantas pode servir de ferramenta para o estabelecimento de técnicas adequadas de manejo do açazeiro, porém informações sobre a nutrição do açazeiro ainda são bastante limitadas (BRASIL; NASCIMENTO; ALENCAR SOBRINHO, 2009; VIÉGAS et al., 2022). Resultados consistentes que permitem uma avaliação precisa do estado nutricional desta espécie de palmeira são escassas (VIÉGAS et al., 2022). Viégas et al. (2022) buscaram determinar a folha padrão para diagnóstico nutricional de açáí por meio da avaliação do conteúdo foliar.

As folhas são os tecidos vegetais mais utilizados para análise química de nutrientes; eles são o órgão centro do metabolismo da planta, e elas têm a maior concentração de nutrientes (MALAVOLTA et al., 1997; VIÉGAS et al., 2022). Segundo Marschner (2012), para as plantas frutíferas a análise foliar é mais recomendada do que a análise do solo. Siqueira et al. (2021) ao buscarem caracterizar os padrões de organização da estrutura populacional e parâmetros edafológicos dos diferentes sistemas de produção do açáí no Médio Juruá, no Estado do Amazonas, sugerem que o resultado das análises do solo indica que os teores de nutrientes encontrado não é um bom indicador do fluxo absorvido pelas raízes, nem mesmo para a maioria dos nutrientes limitantes.

Portanto, o objetivo deste foi avaliar a qualidade do solo através das características químicas e sua relação com a nutrição das plantas de açáí, em função do manejo dos agroecossistemas do açáí-do-amazonas, adotados pelos agroextrativistas, em Codajás, desta forma poder contribuir para o manejo dessa palmeira na região amazônica.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no município de Codajás, localizado no estado do Amazonas, Brasil, situada à margem esquerda do rio Solimões, nas coordenadas geográficas: 3° 50' 14" Sul, 62° 3' 27" Oeste (Figura 1). O clima é equatorial, classificado com "Af" (Köppen), sendo quente e úmido, com ocorrência de chuvas no decorrer do ano. A temperatura média anual é de 27,5° C. O declínio de temperatura ocorre nos meses de junho/julho. As chuvas ocorrem no período de outubro a junho. O relevo é plano, com leve ondulação, contendo planícies aluviais (várzeas) periodicamente inundadas, composta de sedimentos aluvionares e margosos do período quaternário e contendo os mais produtivos biótipos pesqueiros, fornecendo extensa área de águas e diversidade de "habitat" com intensa atividade e altas taxas de produtividade biológica. Codajás possui área territorial de 18.700,713 km<sup>2</sup>, população estimada de 29.691 pessoas e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0.563, considerado baixo (IBGE, 2021).

Segundo Teixeira et al. (2006), as classes de solos presentes no município de Codajás são Gleissolos, Plintossolos, Argissolos e Espodossolos.

Os dados foram obtidos a partir de uma amostragem constituída por 15 propriedades rurais que atuam na produção/extração de açaí, localizadas nos ramais São José e Moady (seringal nativo) e ao longo da estrada Codajás/Anori, entre os KM 2 e 22 no município de Codajás-AM (Figura 1). Segundo Dias; Paulo; Mafra (2022), a área geográfica que se tornou conhecida pela extração/produção de açaí em Codajás, ocorre principalmente nos ramais do Retiro, Moady, Araçá, Miuá e na estrada Ozires Monteiro, que liga Codajás a Anori. De acordo com Marinho e Ribeiro (2009), as principais áreas de produção de açaí no município estão localizadas próximo a cidade, em sítios da estrada Codajás/Anori e nos ramais próximos.

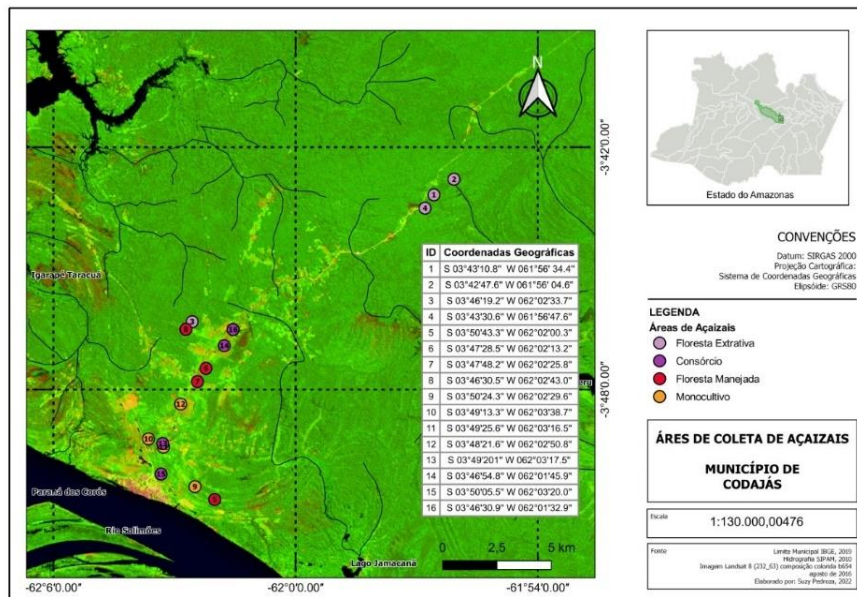


Figura 16 Mapa das áreas de coleta de *Euterpe precatoria* Mart. do município de Codajás, no Estado do Amazonas. Fonte: Silva, S. C. P (2022).

## 2.2. Descrição dos sistemas de manejo avaliados

Foram avaliados 4 tipos de sistemas de manejo e produção do açaí-do-amazonas que são praticados pelo agroextrativistas de Codajás: floresta extrativa (em uma das propriedades foram avaliadas duas áreas de extração), floresta manejada, monocultivo e consórcio.

As florestas extrativas são áreas de exploração de açazais nativos em que só ocorre a coleta extrativa de frutos de açaí, sem que ocorra grandes interferências no ambiente de coleta, pois só ocorre a coleta de frutos e abertura de trilhas para o acesso aos açazais.

Quanto as florestas manejadas (“bosqueamento”, nome denominado pelos agroextrativistas) são áreas em que além da extração dos frutos, ocorre também o manejo. Para implantação desse sistema inicialmente ocorre a roçagem, seguida do desbaste de espécies com diâmetro inferiores a 10 cm, sendo eliminados cipós e algumas espécies sem interesse econômico tais como, a periquiteira (*Trema micrantha*), a embaúba (*Cecropia* sp), entre outras. Ademais, são mantidas espécies tais como a andiroba (*Carapa guianensis*), copaíba (*Copaifera multijuga*), mulateiro (*Calycophyllum spruceanum*), angelim (*Dinizia excelsa* Ducke.), cupiúba (*Goupia glabra*), cedro (*Cedrela odorata*), louro (*Aniba riparia*), castanheira (*Bertholetia excelsa*), bacuri (*Platonia insignis*), entre outras. Esse manejo tem como objetivo a abertura de clareiras, aumentando a intensidade luminosa, e desta forma favorecer o crescimento, desenvolvimento e produção das plantas de açaí, bem como aumentar o número de plantas de açaí dentro do sistema, pois ocorre o manejo/manutenção do açazal, havendo o transplântio de

mudas de açaí, a partir de mudas que são selecionadas próximas as plantas que apresentam melhores características de produção. Nesse sistema ocorre a limpeza da área através da capina periódica, os restos culturais e de capina são deixados nas áreas de coletas para servirem de cobertura do solo e adubação orgânica. Não há realização de adubação química ou calagem.

Nos sistemas de cultivo foram avaliados o monocultivo e o consórcio agroflorestal. Nesses sistemas ocorrem algumas variações, tais como espaçamentos, tratamento do solo, tamanho da área, idade do plantio, entre outros.

No sistema monocultivo somente uma das parcelas (P3) ocorreu a realização de adubação (NPK -300g/planta e Sulfamon 400 g /planta), porém não houve recomendação técnica para aplicação dos fertilizantes. Em todas as parcelas desse sistema não há realização de calagem e irrigação. A limpeza é realizada através da capina, e os restos de capina e culturais são deixados nas áreas de coletas para servirem de cobertura do solo e adubação orgânica.

No sistema consórcio agroflorestal ocorre o domínio de espécies plantadas de acordo com o interesse do agricultor, visando a geração de renda e/ou consumo da própria família. As parcelas de consórcio P2 e P4 fazem parte de um projeto do SENAR e estão realizando adubação e calagem, utilizando 300 g p/planta de NPK ou sulfamon e calcário 1,5 kg p/planta. A limpeza é realizada através da capina ou roçagem, e os restos de capina e culturais são deixados nas áreas de coletas para servirem de cobertura do solo e adubação orgânica. Em todas as parcelas de consorcio não há sistema de irrigação.

Tabela 1. Histórico das áreas avaliadas de açaizais nativos e plantados, no município de Codajás-AM.

<b>Sistemas de manejo</b>	<b>Parcelas</b>	<b>Descrição</b>
<b>Floresta extrativa</b>	P1, P2, P3 e P4	Somente a coleta de frutos e abertura de caminhos na época da coleta.
<b>Floresta manejada (bosqueamento)</b>	P1	Eliminação de algumas espécies de menor porte e cipós. Realização de capina. Seleciona mudas que estão com a guia fechada e as vezes faz o transplantio. Já faz bosqueamento “a 22 anos. Não faz adubação química.
	P2	Eliminação de algumas espécies de menor porte e cipós. Realização de capina (2 vezes ao ano, no verão antes e depois da produção). Deixa os restos culturais nas áreas de coleta para servir de adubação orgânica. Não faz adubação química ou calagem.
	P3	Eliminação de algumas espécies de menor porte e cipós. Realização de capina (2 vezes ao ano, junho e novembro). Deixa os restos culturais nas áreas de coleta para servir de adubação orgânica. Não faz adubação química ou calagem.
	P4	Eliminação de algumas espécies de menor porte e cipós. Realização de capina (2 vezes ao ano, janeiro e julho). Deixa os restos culturais nas áreas de coleta para servir de adubação orgânica. Não faz adubação química ou calagem. Não produz



		muda, pois “na área bosqueada sempre terá planta nova para produção”.
<b>Monocultivo</b>	P1	Plantio com 20 ha e 20 anos de idade, espaçamento 4 m x 4 m e 5 m x 5 m. Faz capina 2 vezes ao ano (no começo e meio do ano), Deixa os restos culturais nas áreas de coleta para servir de adubação orgânica. Faz controle das formigas com barrage. Não faz adubação química, calagem ou irrigação. No entanto, está no projeto do Senar e vai testar calagem e adubação para ver se dá certo.
	P2	Plantio com 30 anos de idade, mas não sabe dizer o tamanho da propriedade, nem do plantio, nem o espaçamento das plantas. Faz capina 1 vezes ao ano e deixa os restos culturais na área de coleta para servir de adubação orgânica. Não faz adubação química, calagem ou sistema de irrigação. Faz controle com barragem quando necessário. Produz mudas (possui um pequeno viveiro). Está pensando em fazer adubação e calagem por indicação do Senar.
	P3	Área de 4 ha e plantio com 18 anos, espaçamento 4 m x 5 m. Capina uma vez (outubro). Faz capina 1 vezes ao ano e coloca os restos culturais ao redor dos açazeiros, “serve de adubação e proteção do solo”. Seleciona as plantas pequenas na mata e prepara as mudas no sítio. Não faz calagem ou irrigação. Está fazendo teste de adubação em uma pequena área, com NPK - 300g/planta e Sulfamon 400 g /planta (Não teve indicação).
	P4	Plantio com 8 ha e 20 anos de idade, espaçamento 4 m x 4 m e 5 m x 4 m. Faz capina, mas não tem tempo definido e deixa os restos culturais na área para servir de adubo e diminuir o trabalho. As sementes iniciais para realizar o plantio vieram do Badajós. Não faz calagem, adubação química ou irrigação. Está participando de um projeto do Senar e vai começar a testar adubação e calagem.
<b>Consórcio</b>	P1	Plantio com 3 ha e 14 anos, espaçamento 4 m x 5 m e 5 m x 5 m, consórcio com açaí, cupuaçu e castanheira. Faz capina 2 vezes ao ano (abril e novembro). Restos culturais deixa no plantio, pois defende o orgânico e acha muito importante e eficiente para a planta. Seleção de semente e produção de mudas. Seleciona os melhores cachos para produção das mudas. Não faz adubação, calagem ou irrigação. Ira fazer adubação (NPK) e calagem por recomendação do Senar.
	P2	Plantio com 14 anos. implantado em um projeto do gasoduto, com açaí, castanheira e andiroba. Faz capina 1 vezes ao ano (setembro). Restos culturais deixa no plantio, pois “não deixa a terra secar”. Está fazendo adubação e calagem por recomendação do Senar, com Sulfamon 300 g p/planta ou NPK e calcário 1,5 kg p/planta. Não tem sistema de irrigação.
	P3	Plantio com 6 ha e 9 anos. Consorcio com açaí e cupuaçu. Faz capina 3 vezes ao ano. Restos culturais deixa no terreno, serve como adubo. Seleciona sementes de plantas que dá cacho grande para fazer mudas. Não faz adubação química, calagem e irrigação. Faz adubação orgânica usando esterco de galinha (somente nas plantas que está com problema).

	P4	Plantio com 20 anos. Consórcio com açaí e cupuaçu. Faz capina 5 vezes ao ano, sendo 30% inverno e 70% no verão. Deixa os restos culturais na área, vai se transformar em adubo para as plantas. Seleciona as sementes dentro do próprio sítio, plantas mais produtivas para produção de mudas. Selecionou sementes de uma planta que produziu um cacho que deu 18 l de vinho de 1 cacho. Fez calagem e adubação em 1/2 ha para fazer um teste por recomendação do Senar (ureia 200g/planta distribuído em 4 pontos ao redor da planta). Faz adubação orgânica com esterco de galinha e resto culturais dependendo da necessidade da planta.
--	----	---

### 2.3. Coleta do solo e análises para determinação da fertilidade do solo e granulometria

Dentro de cada sistema estudado foram delimitadas 4 parcelas, constituída de uma área de 30 x 20 m (600m<sup>2</sup>). Cada parcela foi dividida em 3 subparcelas de 10 x 20 m distribuídas aleatoriamente nos diferentes sistemas de manejo. Em cada parcela avaliada, nos diferentes sistemas de manejo do açaí, foram coletadas amostras de solo, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, com auxílio de um trado holandês, efetuadas em dois anos de estudo, entre novembro e dezembro de 2019 e janeiro e fevereiro de 2022. Dentro de cada subparcela demarcada, foram coletadas 5 amostras simples para formar 1 amostra composta. Destas amostras foram separadas aproximadamente 500 g de cada amostra composta, as quais foram devidamente identificadas e levadas ao Laboratório Temático de Solo e Planta do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (LTSP/INPA), campus V-8, Manaus-AM. As amostras foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm formando as amostras terra fina seca ao ar (TFSA) que foram utilizadas para realização das análises químicas e granulometria de acordo com Embrapa (2011).

As análises químicas foram determinadas segundo as metodologias descritas em Embrapa (2011). Foram avaliados o pH em H<sub>2</sub>O, os teores trocáveis de Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, K e P disponível e carbono orgânico do solo (COS), bem como os micronutrientes Fe<sup>+2</sup>, Mn<sup>+2</sup> e Zn<sup>+2</sup>. O pH (H<sub>2</sub>O) foi determinado em uma relação solo: água de 1:2,5. Os cátions trocáveis Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> e Al<sup>+3</sup> foram extraídos com solução de KCl 1N. Enquanto o P, K, Fe, Mn e Zn foram extraídos com solução de Mehlich-1 (0,0125M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,05M HCl). A concentração de P foi determinada no espectrofotômetro por colorimetria com molibdato de amônia e ácido ascórbico e o Al por titulação. Enquanto os teores de Ca, Mg, K, Fe, Mn e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. O COS foi determinado pelo método Walkley-Black por oxidação a quente com dicromato de potássio (YEOMANS e BREMNER, 1988;

EMBRAPA, 2011). Para obtenção da matéria orgânica do solo (MOS) o valor de COS foi multiplicado pelo fator 1,724.

A textura dos solos foi determinada através do método da dispersão rápida, segundo metodologia descrita em Embrapa (2011). Foi usado o Triângulo Textural Americano adaptado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (LEMOS; SANTOS, 1996). A Classificação Textural dos Solos classifica os solos a partir das proporções de areia, silte e argila, conforme o diâmetro:

Areia – Partículas do solo com diâmetro entre 2 e 0,06 mm

Silte – Partículas do solo com diâmetro entre 0,06 e 0,002 mm

Argila – Partículas do solo com diâmetro menor que 0,002 mm.

#### **2.4. Avaliação do estado nutricional das plantas**

Dentro de cada subparcela foram selecionadas 4 plantas de açaí aleatoriamente, totalizando 12 plantas por parcela, nas quais a folha amostrada foi a média (com contagem de cima para baixo, sendo coletada a folha de nº 6) para se ter uma folha intermediária, ou seja, nem muito nova e nem muito velha, desta coletou-se quatro folíolos do terço médio, sendo dois em cada lado. Foi realizada uma adaptação para coleta das amostras foliares, pois não havia metodologia indicada para avaliação nutricional do açaizeiro (RIBEIRO et al., 2020a; LINDOLFO et al., 2020).

As amostras foliares, por subparcela, foram misturadas para comporem as amostras compostas e em seguida acondicionadas em sacos de papel e transportadas ao laboratório Temático de Solo e Planta do INPA (LTSP/INPA) para realização das análises químicas. Essas amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72h e depois moídas em moinho tipo Willey. Foi determinada as concentrações de Ca, Mg, K, P, Fe, Mn e Zn pela metodologia da digestão nitro-perclórica (SARRUGE; HAAG, 1974; SILVA, 2009). O N total foi determinado após digestão sulfúrica seguida de uma destilação pelo método micro-Kjeldahl (SILVA, 2009, EMBRAPA, 2011).

#### **2.5. Análise de dados**

A análise de variância foi realizada considerando o modelo entre e dentro de tratamentos que é similar a análise em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 sistemas de manejo (floresta extrativa, floresta manejada, monocultivo e consórcio) e quatro repetições

Para os dados dos atributos do solo, para cada profundidade e anos avaliados foi realizada análise estatística descritiva (média, mediana, valores mínimos e máximos, variância,

desvio padrão, erro padrão e coeficiente de variação). Para verificar se os dados estavam normalmente distribuídos, o teste de Shapiro-Wilk foi usado a 5% de significância. Coeficientes de relação linear, também foram calculados em 5% de significância, segundo Moreira; Fageria (2009), utilizando o Programa estatístico PAST 4.11 (HAMMER et al. 2001).

Para os dados dos teores nutricionais foliares foram realizadas análises de variância. Os valores residuais de cada análise foram verificados para a “normalidade” com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade. Os dados dos teores nutricionais foliares estavam normalmente distribuídos, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), no programa SISVAR 5.8. (FERREIRA, 2008). Coeficientes de relação linear, foram calculados em 5% de significância, utilizando o Programa estatístico PAST 4.11 (HAMMER et al. 2001).

Com os dados médios de cada atributo químico e granulométrico do solo, para cada profundidade do solo e ano avaliado, foi realizada análise multivariada de componentes principais (PCA), para visualizar a relação entre os sistemas de manejo de açaiçais nativos e cultivados e as características do solo, bem como também visualizar a relação entre as concentrações de macro e micronutrientes foliares com os seus teores nos solos utilizando o Programa estatístico PAST 4.11 (HAMMER et al. 2001).

### **2.5.1. Avaliação da sustentabilidade dos sistemas do açai-do-amazonas através do índice de seleção de Mulamba-Rank**

A partir dos resultados obtidos nas análises químicas e granulométricas de solo (nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação) e análise do estado nutricional das plantas de açai-do-amazonas, foi realizada uma correlação entre estas variáveis, de modo a determinar qual sistema destacou-se em todas. Foi realizada a análise com o índice de seleção Mulamba-Rank (RESENDE, 2002). Foi utilizado o índice de rank médio, adaptado de Mulamba; Mock (1978), por Resende (2006), em que os tratamentos são classificados para cada variável e a média dos rankings de cada tratamento para todas as variáveis são apresentadas como resultado. O índice de seleção envolvendo vários caracteres foi proposto por Mulamba; Mock (1978), e permite classificar os sistemas de manejo em relação a cada uma das variáveis analisadas (ATROCH et al., 2010; FONSECA, 2007), em ordem favorável de sustentabilidade, de acordo com os resultados obtidos. Para o cálculo do índice de sustentabilidade entre variáveis, foi utilizado o programa Software Selegen-Reml/Blup (RESENDE, 2006).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Distribuição do tamanho das partículas e classe textural do solo

A tabela 2 apresenta os resultados do tamanho das partículas do solo, em duas profundidades, das áreas avaliadas de açazais nativos e cultivados, no município de Codajás-Am. Observa-se uma grande variação na classe textural nas áreas de sistema nativos floresta extrativa que apresentou classe textural franco-arenosa, argilo-siltosa e franco-siltosa, apresentando teores de areia com variação entre 8 e 676 g kg<sup>-1</sup> TFSA, silte entre 266 e 585 g kg<sup>-1</sup> TFSA e argila entre 58 e 436 g kg<sup>-1</sup> TFSA na camada de 0-10 cm. Nos solos do sistema floresta manejada apresentaram classes textural franco-siltosa e argilo-siltosa. com variação entre 7 e 268 g kg<sup>-1</sup> TFSA, silte entre 509 e 779 g kg<sup>-1</sup> TFSA e argila entre 146 e 447 g kg<sup>-1</sup> TFSA na camada de 0-10 cm, observa-se uma variação menor em relação as áreas de açazais do sistema extrativo (Tabela 2).

Os solos dos sistemas cultivados monocultivo e consórcio agroflorestal apresentaram classe textural entre franco-siltosa e franca, havendo uma menor variação da classe textural nesses sistemas, apresentando teores de areia com variação entre 157 e 331 g kg<sup>-1</sup> TFSA, silte entre 468 e 624 g kg<sup>-1</sup> TFSA e argila entre 115 e 248 g kg<sup>-1</sup> TFSA na camada de 0-10 cm, portanto, com menores variações em relação aos sistemas nativos (Tabela2).

A classe textural na profundidade de 10-20 cm de maneira geral, foram similares a de 0-10 cm com poucas variações em todos os sistemas (Tabela 2). No entanto, a classe textural mais recorrente dos solos dos açazais, em Codajás, foi a franco-siltosa.

Silva Junior (2019) avaliando áreas de açazais (*Euterpe oleracea*) em Abaetetuba (PA), encontrou áreas de açazais nativos em duas ilhas com classe textural franco-siltosa, com a fração silte acima de 60% e áreas de terra firme de açazais cultivados foi franco-arenosa. Pinto (2018) avaliando áreas de produção de açai (*Euterpe precatoria*) nativos e cultivados, em Anori (AM), observou que as maiores concentrações foram para a fração silte, seguidas de areia. Esses resultados são análogos aos deste estudo em que as maiores concentração foram para a partícula silte, com exceção de duas áreas da floresta extrativas em que a maior concentração da fração foi para a areia.

Os resultados desse estudo demonstram que os açazais nativos estão em diferentes classes texturais, portanto sugerindo que estão localizados em diferentes ambientes, enquanto os sistemas cultivados foram implantados em solos com características mais semelhantes entre si.

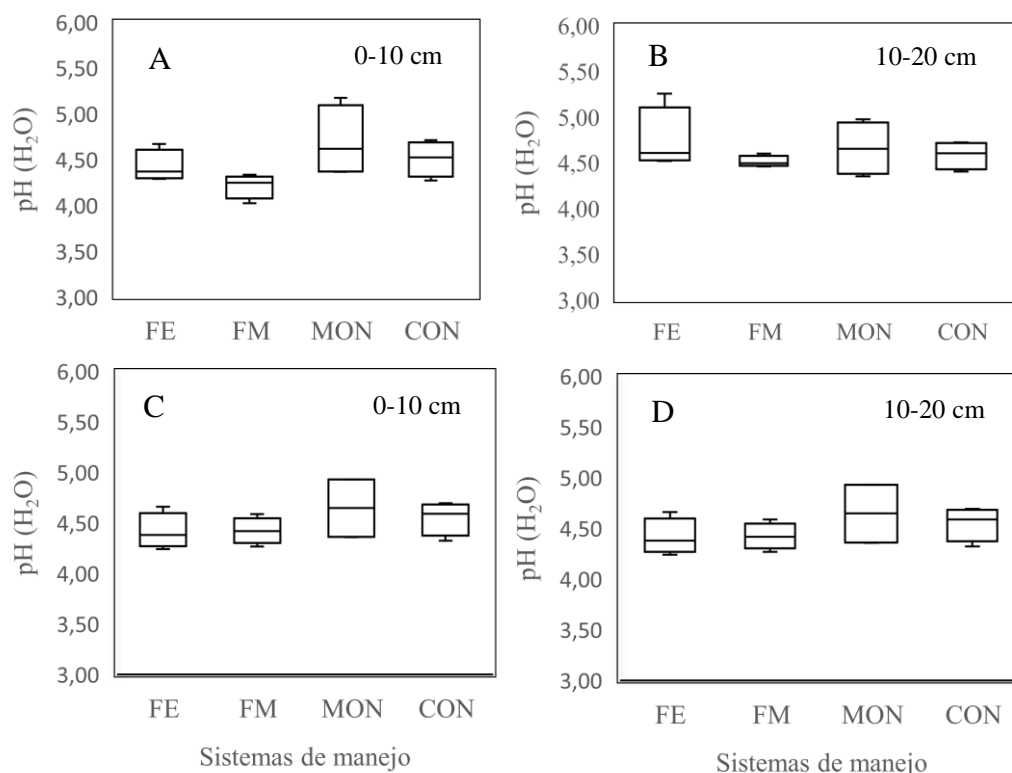
Tabela 2. Distribuição no tamanho das partículas e classe textural do solo dos sistemas de produção de açaí nativos e plantados, em Codajás-Am (n=16).

Sistemas de manejo	Areia	Silte	Argila	Classe textural
	----- g kg <sup>-1</sup> TFSA -----			
	0-10 cm de profundidade			
Floresta extrativa	676	266	58	Franco-arenosa
Floresta extrativa	529	392	79	Franco-arenosa
Floresta extrativa	8	556	436	Argilo-siltosa
Floresta extrativa	292	585	122	Franco-siltosa
Floresta manejada	268	509	223	Franco-siltosa
Floresta manejada	74	779	146	Franco-siltosa
Floresta manejada	104	746	149	Franco-siltosa
Floresta manejada	7	546	447	Argilo-siltosa
Monocultivo	276	501	223	Franco-siltosa
Monocultivo	325	468	208	Franca
Monocultivo	248	617	135	Franco-siltosa
Monocultivo	323	562	115	Franco-siltosa
Consórcio	182	570	248	Franco-siltosa
Consórcio	244	540	217	Franco-siltosa
Consórcio	331	497	172	Franca
Consórcio	157	624	219	Franco-siltosa
	10 -20 cm de profundidade			
Floresta extrativa	757	195	48	Areia-franca
Floresta extrativa	579	340	82	Franco-arenosa
Floresta extrativa	8	528	464	Argilo-siltosa
Floresta extrativa	312	567	121	Franco-siltosa
Floresta manejada	268	500	232	Franco-siltosa
Floresta manejada	81	773	147	Franco-siltosa
Floresta manejada	102	753	145	Franco-siltosa
Floresta manejada	6	536	458	Argilo-siltosa
Monocultivo	322	447	322	Franca
Monocultivo	299	478	299	Franca
Monocultivo	272	578	272	Franco-siltosa
Monocultivo	335	539	335	Franco-siltosa
Consórcio	164	560	276	Franco-argilo-siltosa
Consórcio	223	548	228	Franco-siltosa
Consórcio	319	492	189	Franca
Consórcio	139	623	238	Franco-siltosa

### 3.2. Acidez do solo e alumínio trocável

As figuras 2 (A, B, C e D) e 3 (A, B, C e D) apresentam os valores de pH (H<sub>2</sub>O) e teores de Al<sup>3+</sup> respectivamente. Os valores de pH (H<sub>2</sub>O) encontrados em todos os sistemas, profundidades, e anos avaliados, a 0-10 cm de profundidade variaram entre 4,02 e 5,17 (Figura 2 A e C) e a 10-20 cm profundidade entre 4,35 e 5,42 (Figura 2 B e D). Observa-se não haver grande variabilidade nos valores de pH (H<sub>2</sub>O) entre os sistemas avaliados (Figura A, B, C e D). Os valores de pH encontrados nesse estudo são considerados ácidos e de baixa fertilidade, segundo os critérios de Cochrane et al. (1985) para solos tropicais e Moreira; Fageria (2009) para solos do Estado do Amazonas.

O balanço entre íons de hidrogênio ( $H^+$ ) e de hidroxilas ( $OH^-$ ), que representa o pH, resulta na acidez ou alcalinidade do solo. O pH do solo afeta a disponibilidade e a mobilidade de nutrientes, a decomposição bioquímica, a solubilidade e a adsorção de coloides. Em condições naturais, a produção de íons  $H^+$ , a solubilidade de  $Al^{3+}$  e a lixiviação de cátions básicos pela percolação da água são os principais processos que provocam a acidificação, os quais são acentuados pela grande quantidade de água que entra no solo através da precipitação pluvial anual (BRADY; WEIL 2013). Esses processos são característicos em solos tropicais, onde há elevado grau de intemperismo originando solos profundos e lixiviados que são pobres em nutrientes (PINHO et al., 2012; PRIMAVERSI, 2001; RICKLEFS, 1996).



FE- Floresta extrativa FM – Floresta manejada MON – Monocultivo CON – Consórcio

Figura 2. Valores de pH ( $H_2O$ ), nas profundidades de 0 -10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.

Observa-se uma grande variabilidade nos teores de  $Al^{3+}$  nos solos dos sistemas nativos floresta extrativa e floresta manejada, tanto entre e dentro das parcelas avaliadas, nos dois anos de avaliação (Figura 3 A, B, C e D). Os teores  $Al^{3+}$  na floresta extrativa (FE) variaram entre 0,93 e 8,17  $cmol_c\ kg^{-1}$  e na floresta maneja (FM) variaram entre 2,65 e 8,28  $cmol_c\ kg^{-1}$  na

profundidade 0-10 cm, no primeiro ano de avaliação (Figura 3A). No segundo ano de avaliação, uma das parcelas da FE apresentou teores de  $\text{Al}^{3+}$  entre 0,57 e 0,12  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$  nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm respectivamente (Figura 3 C e D), teores esses considerados adequados. Nos sistemas monocultivo (MON) e consórcio (CON) os teores de  $\text{Al}^{3+}$  tiveram menor variação, onde o MON apresentou, no dois anos avaliados, teores de  $\text{Al}^{3+}$  entre 1,04 e 4,49  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , na profundidade de 0-10 (Figura 3 A e C) e entre 1,62 e 4,62  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , na profundidade de 10-20 (Figura 3 B e D) e o consórcio foi entre 3,52 e 5,59  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$  na profundidade de 0-10 (Figura 3 A e C) e entre 3,40 e 5,36  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , na profundidade de 10-20 (Figura 3 B e D).

Os teores de  $\text{Al}^{3+}$  encontrados nesses estudos variaram entre baixo, médio e alto ( $< 0,5$ ,  $0,5-1,5$  e  $> 1,5 \text{ cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , respectivamente), sendo a maioria considerados elevados conforme os critérios de Cochrane et al. (1985) e muito elevados ( $> 2 \text{ cmol}_c \text{kg}^{-1}$ ) segundo Moreira; Fageria (2009). Os resultados de teores de  $\text{Al}^{3+}$  encontrados no solo dos sistemas avaliados provavelmente são devido aos seus diferentes materiais de origem e ambientes, pois os solos com maior teor de areia apresentaram menores teores de  $\text{Al}^{3+}$ , enquanto os que apresentaram os maiores teores de  $\text{Al}^{3+}$  foram os que apresentaram maiores teores de argila (Tabela 2).

Siqueira et al. (2021) ao caracterizarem solos de açazais em Carauari, no Amazonas, também encontraram alta acidez e elevados teores de alumínio que corroboram com os desse estudo. Salim et al. (2017) avaliando solo de áreas de floresta primária e secundária e quintais florestais na Terra indígena (TI) Kwata-Laranja encontraram acidez elevada (3,8–4,2). Moreira; Fageira (2009) avaliando dados de 3.340 amostras de solo dos 62 municípios do estado do Amazonas, encontraram valores médios de pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) para solos de terra firme de 4,3 e concluíram que 25% têm nível de Al muito elevado.

Valores elevados de  $\text{Al}^{3+}$  podem significar toxicidade para plantas não adaptadas a tanto Al trocável no solo, no entanto o açai-do-amazonas é uma espécie adaptada a solos com valores elevados de  $\text{Al}^{3+}$ , como os observados nesses estudo e análogos aos encontrados em outros estudos ao avaliarem solos de açazais nativos e cultivados (PINTO, 2018; SIQUEIRA, 2018; SIQUEIRA et al., 2021). Por outro lado, alguns estudos têm manifestado dúvidas quanto à aplicabilidade do método de extração aqui utilizado (KCl 1N) para solos com alto teor de alumínio, como os aqui estudados (GAMA; KIEHL 1999; MARQUES et al. 2002), implicando uma divergência entre o alto teor de alumínio extraível desses solos e a atividade efetiva do Al na solução do solo e, portanto, seu efeito tóxico nas plantas.

A concentração de Al trocável no solo é dependente de diversos fatores como pH, conteúdo de matéria orgânica, características mineralógicas e interação com outros cátions (FOY, 1974). Os cátions Ca e Mg, adicionados pela matéria orgânica, competem com o Al



pelos complexos de troca, reduzindo sua concentração (SANTOS; CAMARGO, 1999). Com o aumento do pH, ocorre uma diminuição no Al trocável (GAMA; KIEHL, 1999).

A Tabela 4 mostra que na camada de 10-20 cm, o pH se correlacionou negativamente com Al, MO e fração argila e positivamente com a fração areia. Na coleta de 2019, o  $Al^{3+}$  se correlacionou positivamente com MO,  $K^+$ ,  $Mn^{2+}$  e a fração argila e negativamente com a fração areia, a 0-10 cm de profundidade (Tabela 3). Ademais, segue a mesma tendência na profundidade de 10-20 cm, porém com o acréscimo do  $Mg^{2+}$  correlacionada também positivamente (Tabela 4).

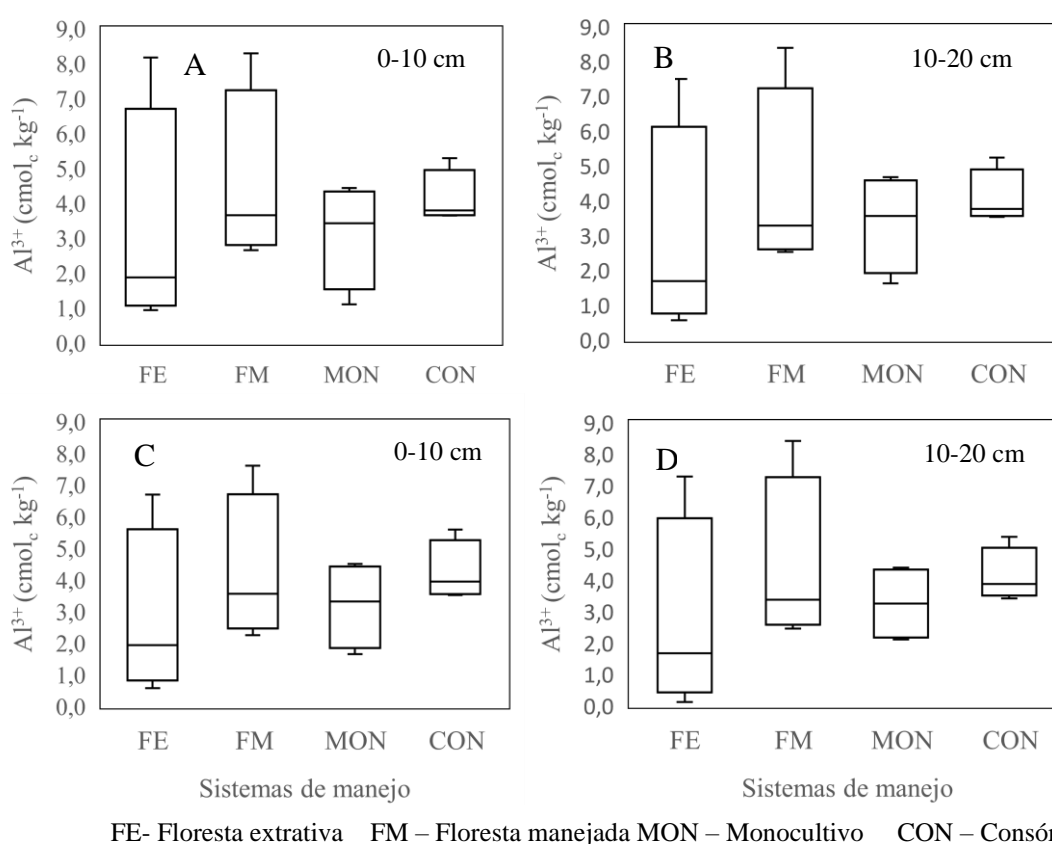


Figura 3. Teores de  $Al^{3+}$ , nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.

### 3.3. Matéria Orgânica do Solo (MOS)

Observou-se grande variabilidade nos teores de MOS nos sistemas nativos floresta extrativa e floresta manejada. Os maiores valores de MOS, foram obtidos nos sistemas extrativistas (Figura 4 A, B, C e D), com destaque para os solos das áreas dos sistemas nativos

FE3 e FM4, cujos teores de MOS variaram entre 72,28 e 107,7 g kg<sup>-1</sup> na profundidade de 0-10 cm e entre 45,02 e 69,86 g kg<sup>-1</sup> na profundidade de 10-20 cm (Figura 4 A, B, C e D). Esses teores de MOS, nas duas profundidades e nos anos avaliados, são considerados elevados segundo os critérios de Cochrane et al. (1985). Os teores de MOS encontrados nas demais áreas dos sistemas de açaiuais avaliados variaram entre 28,17 e 54,93 g kg<sup>-1</sup> na profundidade de 0-10 cm e entre 10,67 e 33,16 na profundidade de 10-20 cm, nos dois períodos de avaliação sendo considerados teores de MOS situados entre baixos, médios e altos (< 15, 15-45 e > 45 respectivamente), segundo os critérios de Cochrane et al. (1985).

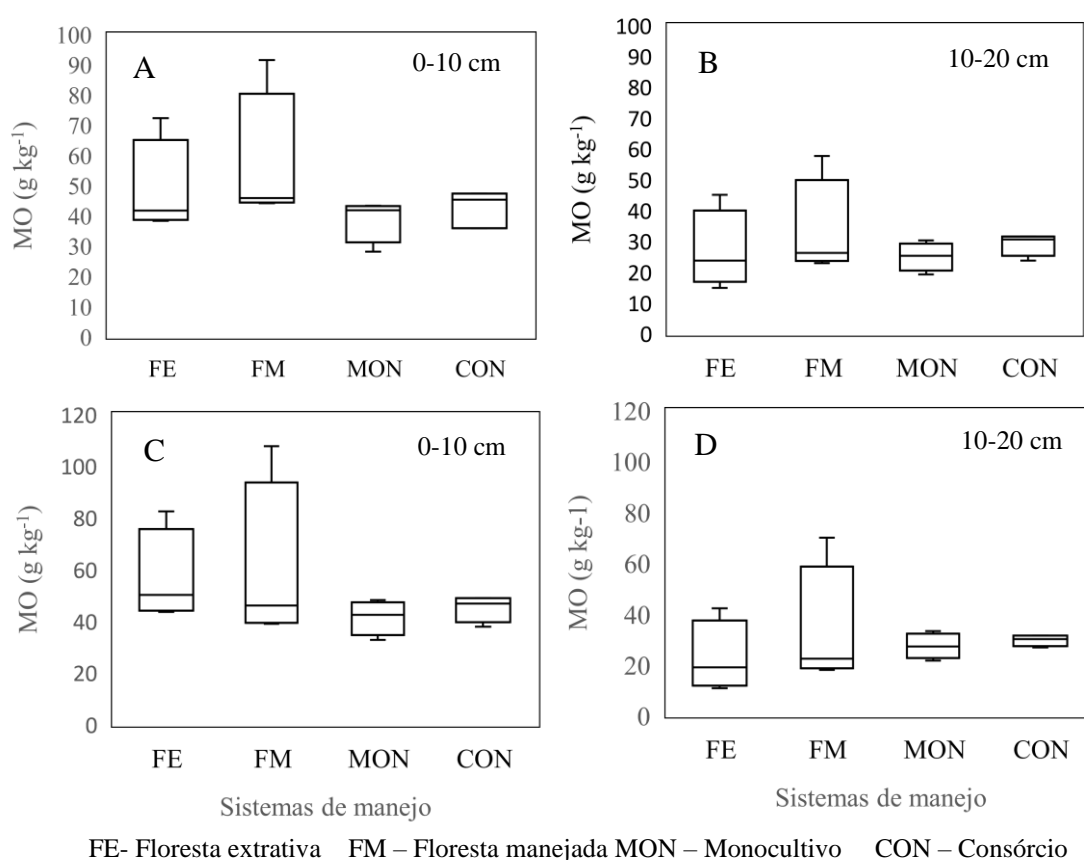


Figura 4. Teores de matéria orgânica (MO), nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açai-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.

A variabilidade no teor de MOS encontrada nos solos dos sistemas nativos FE e FM pode estar relacionada a textura de seus solos, onde FE1 e FE4 são mais arenosos e FE3 e FM4 são de textura mais argilosa (Tabela 2). Ademais, os teores de MOS nos solos dos sistemas cultivados MON e CON na profundidade de 0-10 cm são considerados de médios a altos e apresentam menor variabilidade. Os teores de MOS nos sistemas de açaiuais avaliados podem

estar relacionados a maior quantidade de serapilheira depositada na superfície do solo nos sistemas nativos e aos restos culturais que são depositados na superfície do solo em todos os sistemas, proporcionando melhorias nas propriedades químicas e físicas dos solos. Nesse estudo, a grande maioria dos solos dos açaçais avaliados apresentam teores de MOS adequados na camada superficial do solo e esse resultado demonstra uma tendência de boa qualidade dos solos nesses sistemas.

A ciclagem de nutrientes através de processos biogeoquímicos que mantêm o teor de MOS estável no solo, condições especiais, como má drenagem, alta acidez e condições edafoclimáticas típicas da região amazônica, também podem resultar em altos teores de matéria orgânica (MOREIRA; FAGERIA, 2009; RAIJ et al., 1997).

A matéria orgânica, por se relacionar a diversos aspectos do ambiente e do solo, é associada à qualidade do solo (SWIFT; WOOMER, 1993; VILLANI et al., 2017). Sistemas produtivos que resultam no aumento dos teores da MOS têm sido apontados como mais sustentáveis. (MIELNICZUK et al., 2003)

A MOS se correlacionou positivamente com K, Fe, Zn e a fração argila e negativamente com areia, a 0-10 cm de profundidade (Tabela 3). Na camada de 10-20 cm, a MO se correlacionou com Mg, K, Zn, Mn e fração argila e negativamente com a fração areia (Tabela 4). Diferente do encontrado no estudo de Moreira; Fageria (2009) na avaliação de solos do Amazonas, pois os autores não encontraram correlação de nenhum atributo químico por eles avaliados, apesar desses atributos influenciarem a formação e a manutenção da MOS do solo.

Em solos arenosos, a decomposição é geralmente mais rápida porque a matéria orgânica é mais acessível aos microrganismos, em contraste com os solos argilosos, onde a matéria orgânica pode ser mais efetivamente agregada ao solo (PINHO et al., 2011). Siqueira et al. (2021), encontraram baixos teores de MOS em agroecossistemas de açaçais em Carauari, no entanto, os três territórios avaliados por eles apresentaram predominantemente solos do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico.

### **3.4. Teores de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ) e fosforo (P) no solo**

Observa-se que no primeiro ano de avaliação, a maior variabilidade no teor de  $\text{Ca}^{2+}$  ocorreu no sistema monocultivo, nas duas profundidades, apresentando algumas áreas com teores mais elevados em relação as demais parcelas (Figura 5 A e B), porém no segundo ano avaliado houve uma maior variação em todos os sistemas de manejos avaliados, pois algumas áreas apresentaram pequeno aumento em relação a primeira avaliação (Figura 5 C e D).

Os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  encontrados variaram entre 0,06 e 0,82  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$  (FE4 e MON 4 respectivamente) a 0-10 cm de profundidade, e entre 0,04 e 0,47 (FE4 e MON4 respectivamente)  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$  a 10-20 cm de profundidade, nos dois anos avaliados (Figura 5 A, B, C e D). Esses teores de  $\text{Ca}^{2+}$  caracterizam solos de baixa a média fertilidade de acordo ao critério de Cochrane et al. (1985) ( $< 0,4$  e  $0,4 - 4,0 \text{ cmol}_c \text{kg}^{-1}$  respectivamente) para solos tropicais e segundo Moreira; Fageria (2009) são considerados baixos ( $0,41-1,16 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ).

Esses resultados estão de acordo com alguns estudos na Amazônia, que encontraram baixos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  nos solos ao avaliarem agroecossistemas de açaí no Amazonas (SIQUEIRA, 2018; PINTO, 2018)). Salim et al. (2017) em áreas de TI da Amazônia Central, também encontraram baixos teores desse nutriente. Segundo Moreira; Fageria (2009) cerca de 64,58% dos solos do Amazonas possuem teores de Ca considerados muito baixo.

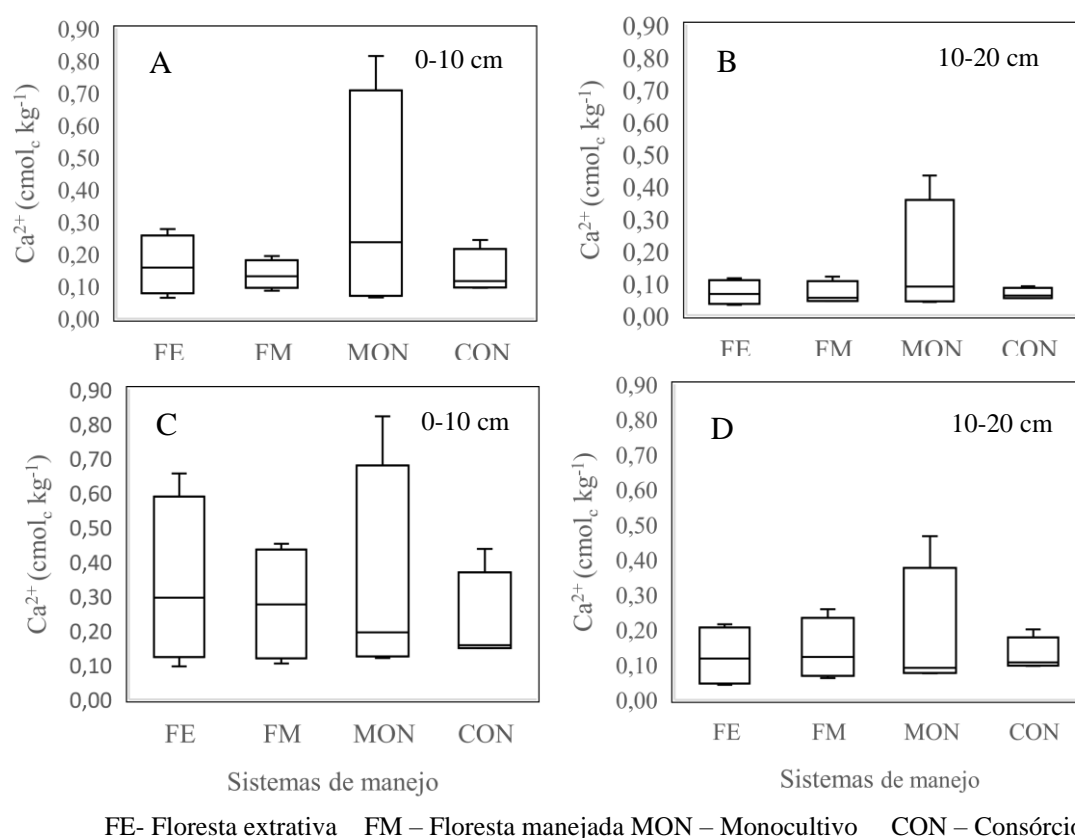


Figura 5. Teores de  $\text{Ca}^{2+}$ , nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.

Na figura 6 (A, B, C e D) observa-se grande variabilidade nos teores de  $Mg^{2+}$  dos solos nos sistemas de manejo floresta extrativa, floresta manejada e monocultivo estudados, porém os sistemas floresta extrativa e floresta manejada apresentam as maiores medianas, na profundidade de 0-10 cm. Os teores de  $Mg^{2+}$  encontrados variaram entre 0,13 e 0,62  $cmol_c kg^{-1}$  (MON3 e FE1 respectivamente) na profundidade de 0-10 cm, e entre 0,07 e 0,46  $cmol_c kg^{-1}$  (FE4 e FE3 respectivamente) na camada de 10-20 cm, nos dois anos avaliados (Figura 6 A, B, C e D) e correspondem à baixa e média fertilidade do solo ( $< 0.2$  e de 0,2-0,8  $cmol_c kg^{-1}$  respectivamente), de acordo com os critérios de Cochran et al. (1985) e Moreira; Fageria (2009). Os sistemas de açazais nativos foram os que apresentaram as áreas com maiores teores de  $Mg^{2+}$ . No sistema floresta extrativa apesar de algumas áreas apresentarem elevado teor de areia (Tabela 2) apresentam boa disponibilidade de  $Mg^{2+}$  a 0-10 cm de profundidade, sugerindo que o aporte de MO nesse sistema contribui para essa disponibilidade, pois nesse sistema não há correção no solo e nem adubação.

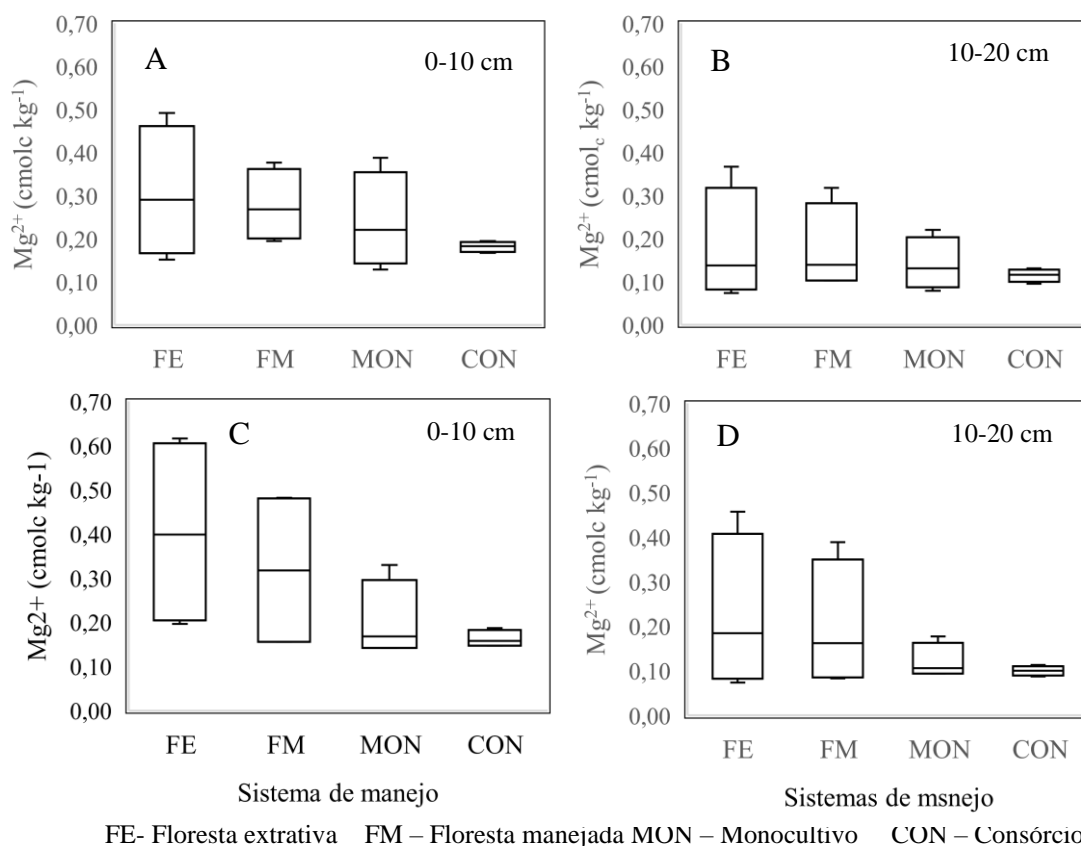


Figura 6. Teores de  $Mg^{2+}$ , nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açai-do-amazonas,

Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.

Siqueira (2018) e Pinto (2018) encontraram baixos teores de Mg em solos de açazais no Amazonas. Os teores de Mg encontrados por Salim et al. (2017) tanto na floresta primária como em quintais agroflorestais, na camada de 0-10 cm são inferiores aos encontrados em algumas áreas desse estudo. Pinho et al. (2011) em um estudo na região de Savana em Roraima encontraram teores mais elevados em quintais antigos (40+ anos), porém em quintais estabilizados (15-35 anos) foram semelhantes aos desse estudo. Segundo Moreira; Fageria (2009) cerca de 74,33% dos solos do Amazonas têm baixos níveis de Mg ( $<0,46 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ).

Na tabela 3 observa-se que o  $\text{Ca}^{2+}$  se correlacionou positiva e significativamente com o pH, a 0-10 cm de profundidade. Houve correlação positiva entre o  $\text{Ca}^{2+}$  e o  $\text{Mg}^{2+}$ , a 10-20 cm de profundidade (Tabela 4), porém esses efeitos podem estar mais relacionados ao material de origem dos solos avaliados e as interferências ambientais em que cada sistema está estabelecido, pois não ocorre a prática da calagem na maioria das áreas avaliadas, com exceção de duas áreas do sistema consórcio que estão fazendo teste de calagem e adubação, em uma pequena área, porém na época da coleta do solo de 2019, todas as áreas de açazais não realizavam essas práticas. A MO apesar de só apresentar correlação com o Mg na profundidade 10-20 cm, pode ter também influenciado esses resultados, através da ciclagem de nutrientes. O Mg também se correlacionou positivamente com K, Fe, Zn e Mn, a 0-10 cm de profundidade (Tabela 3).

Observa-se grande variabilidade nos teores de K nos solos dos sistemas de manejo nativos floresta extrativa e floresta manejada em relação aos sistemas cultivados, nas duas profundidades e anos avaliados (Figura 7 A, B, C e D). Os teores de K nos sistemas avaliados variaram entre 0,08 e 0,42  $\text{cmolc kg}^{-1}$  (CON4 e FM4 respectivamente) na camada de 0-10 cm de profundidade, e entre 0,05 e 0,26  $\text{cmolc kg}^{-1}$  (FE4 e FM4 respectivamente) na camada de 10-20 cm de profundidade, nos dois anos avaliados (Figura 7 A, B, C e D). Os teores de K encontrados nos solos dos sistemas de açazais correspondem à baixa, média e alta fertilidade do solo ( $< 0,15$ ; 0,15-0,3 e  $> 0,3 \text{ cmolc kg}^{-1}$ , respectivamente) conforme Cochrane et al. (1985), correspondendo também a muito elevada ( $> 0,31 \text{ cmolc kg}^{-1}$ ) para Moreira; Fageria (2009).

O teor de K do solo se correlacionou positivamente com os teores de Fe e Zn e com a fração argila e negativamente com a fração areia, na camada de 0-10 cm de profundidade (Tabela 3). O K se correlacionou positivamente com Zn, Mn e argila e negativamente com a areia, a 10-20 cm de profundidade (Tabela 4). Assim como observado para a MOS, a grande variabilidade nos valores de K observados nos sistemas extrativistas podem estar também

fortemente ligados à textura desses solos, pois aqueles de texturas arenosas, tendem a facilitar a lixiviação de K. Dessa forma, nas duas profundidades amostradas, o K correlacionou-se positivamente com os solos com maior concentração de argila e negativamente com os solos arenosos. Esses resultados também podem estar relacionados ao teor de MOS no solo, pois houve correlação positiva desse atributo com o K e os outros nutrientes correlacionados a ele.

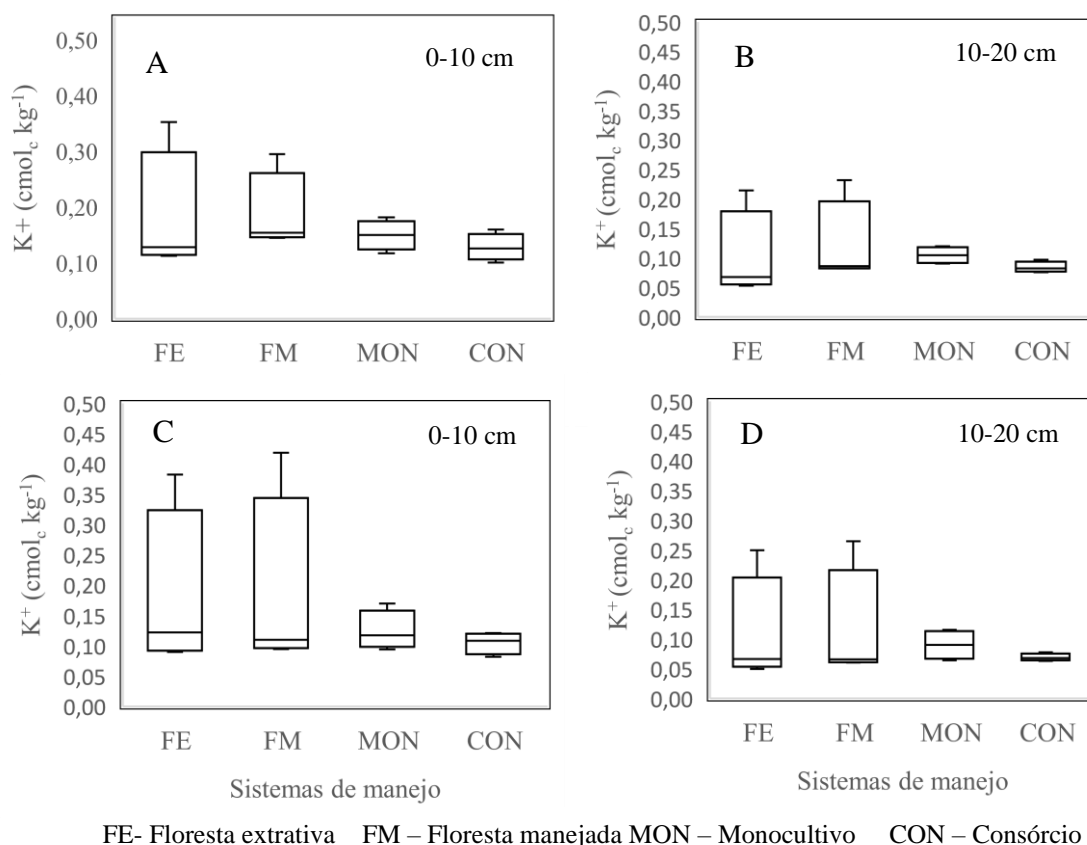


Figura 7. Teores de K<sup>+</sup>, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.

Siqueira (2018) e Pinto (2018) encontraram baixos teores de K em solo de açaizais no Amazonas. Salim et al. (2017) encontraram teores de K muito baixo em todos os sistemas por eles avaliados. Segundo Moreira; Fageria (2009), 75% dos solos do Amazonas têm um nível de potássio trocável abaixo de 0,11 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, e, devido ao requerimento relativamente alto que muitas espécies nativas, como os açaizeiros, têm por este elemento (WANDELLI et al., 2002), o K torna-se um dos nutrientes mais limitantes para a produção de frutos nos solos da região (ALFAIA; UGUEN, 2013). Alfaia et al. (2004) encontram níveis de K mais elevado em floresta primária do que em sistema agroflorestal, e os autores sugerem que a redução no sistema

agroflorestal pode ser em função da exportação desse nutriente pelas colheitas. A redução de K no solo pode ser em função da exportação desse nutriente pelas colheitas, além das perdas por lixiviação, conforme observado por Alfaia et al. (2004; 2009).

A Figura 8 (A, B, C e D) mostra grande variabilidade na disponibilidade de P nos solos de açazais dos sistemas floresta extrativa e floresta manejada, e esses dois sistemas são os que apresentam maior disponibilidade desse nutriente na camada de 0-10 cm, nos dois anos avaliados, onde os teores de P analisados variaram de médio a altos com 50% das amostras analisadas, apresentando valores de P acima do nível considerado como satisfatório ( $P > 7 \text{ mg kg}^{-1}$ ), sugerindo que esse nutriente não parece ser limitante nessas áreas e que também essa maior disponibilidade pode estar relacionada com a maior quantidade de serrapilheira nas áreas de florestas, além do maior aporte da MO nesses sistemas, pois em condições naturais, o P é fornecido às plantas quase que exclusivamente pela mineralização da MOS (Moreira et al., 2013). Os teores de P variaram entre 2,51 e 11,71  $\text{mg kg}^{-1}$  (CON3 e FE1 respectivamente) na profundidade de 0-10 cm, e entre 1,35 e 7,59  $\text{mg kg}^{-1}$  (FM3 e FM4 respectivamente) a 10-20 cm de profundidade, nos dois anos de avaliação (Figura 8 A, B, C e D). Os teores de P encontrados nesse estudo são considerados de baixa, média e alta fertilidade ( $< 3$ ;  $3-7$  e  $> 7 \text{ mg kg}^{-1}$  respectivamente) na avaliação de Cochrane et al. (1985). Siqueira (2018) e Pinto (2018) encontraram açazais que em sua grande maioria estão em solos com baixos teores de P, no Amazonas. Segundo Moreira; Fageria (2009), 50% dos solos do Amazonas têm menos de 2,7  $\text{mg kg}^{-1}$  de fósforo disponível.

O P se correlacionou positivamente com o Zn nas duas profundidades estudadas, na coleta de 2019 (Tabela 3 e 4).

Segundo Alfaia; Uguen (2013), a maior parte dos solos tropicais é ácida, têm baixos teores de cálcio, magnésio e potássio e altos teores de alumínio e hidrogênio. No entanto, os solos dos sistemas de manejo de açai-do-amazonas, no município de Codajás apresentam grande variabilidade na fertilidade, podendo apresentar áreas que podem variar entre baixa a alta fertilidade para alguns nutrientes, principalmente nas áreas de açazais nativos floresta extrativas e floresta manejada, sendo de maneira geral maiores a 0-10 cm de profundidade para macronutrientes e MOS.



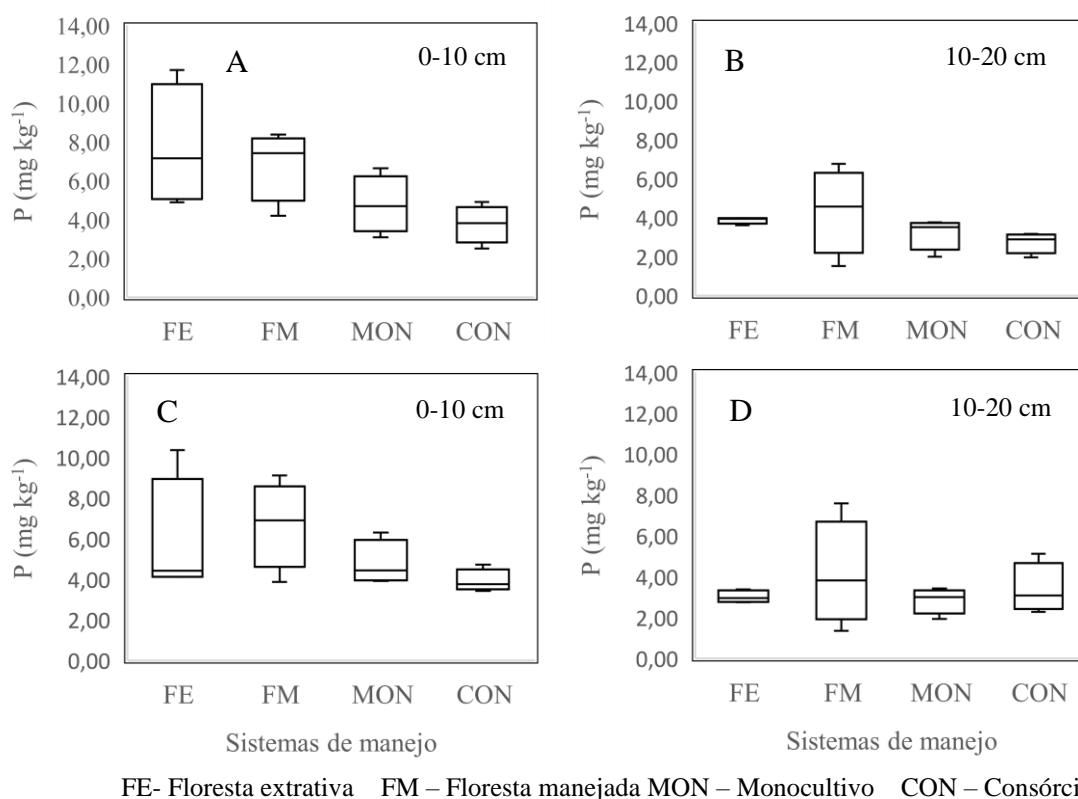


Figura 8. Teores de P disponível, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.

### 3.5. Teores de ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ), manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ ) e zinco ( $\text{Zn}^{2+}$ ) no solo

Observa-se uma grande variação nos teores de  $\text{Fe}^{2+}$  nos solos das áreas do sistema floresta extrativa que apresenta os menores e maiores teores desse nutriente, nas duas profundidades e anos avaliados, bem como o sistema floresta manejada apresenta teores de  $\text{Fe}^{2+}$  elevado em todas as áreas avaliadas, apresentando também a maior mediana entre os sistemas avaliados (Figura 9 A, B, C e D).

Os teores de  $\text{Fe}^{2+}$  variaram entre 88,21 e 909,71 mg.kg<sup>-1</sup> (FE2 e FE3 respectivamente) na camada de 0-10 cm. e entre 71,25 e 669,68 mg.kg<sup>-1</sup> (FE1 e FE3 respectivamente) na camada de 10-20 cm, nos dois anos avaliados (Figura 9 A, B, C e D). Esses valores são considerados elevados (> 80 mg.kg<sup>-1</sup>) na avaliação de Cochrane et al. (1985), somente FE1 a 10-20 cm de profundidade apresentou teor de  $\text{Fe}^{2+}$  menor que 80 mg kg<sup>-1</sup>, essa menor disponibilidade pode estar relacionada à textura mais arenosa desse solo. O Fe não é um fator limitante nos sistemas avaliados. Nas áreas de estudo, com maiores teores de Fe provavelmente devem estar

relacionados ao material de origem mais rico em Fe e ao ambiente em que cada sistema se encontra, pois não existe adição de nenhum tipo de material externo.

O teor de Fe se correlacionou positivamente com teor Zn e a fração argila e negativamente com a fração areia, a 0-10 cm de profundidade (Tabela 3). Enquanto a 10-20 cm de profundidade, se correlaciona positivamente com Zn e a fração silte e negativamente com a fração areia (Tabela 4).

Esse micronutriente tende a formar complexos pouco solúveis na forma de óxidos, principalmente com o aumento do pH, porém a atividade microbiana tende a solubilizar o Fe, devido à formação de complexos orgânicos solúveis. Na estação chuvosa, com o aumento da umidade do solo, e diminuição do espaço poroso ocupado por oxigênio, pode ocorrer a redução do  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$ , aumentando a presença desse nutriente na solução do solo (BISSANI; BOHNEN, 2004).

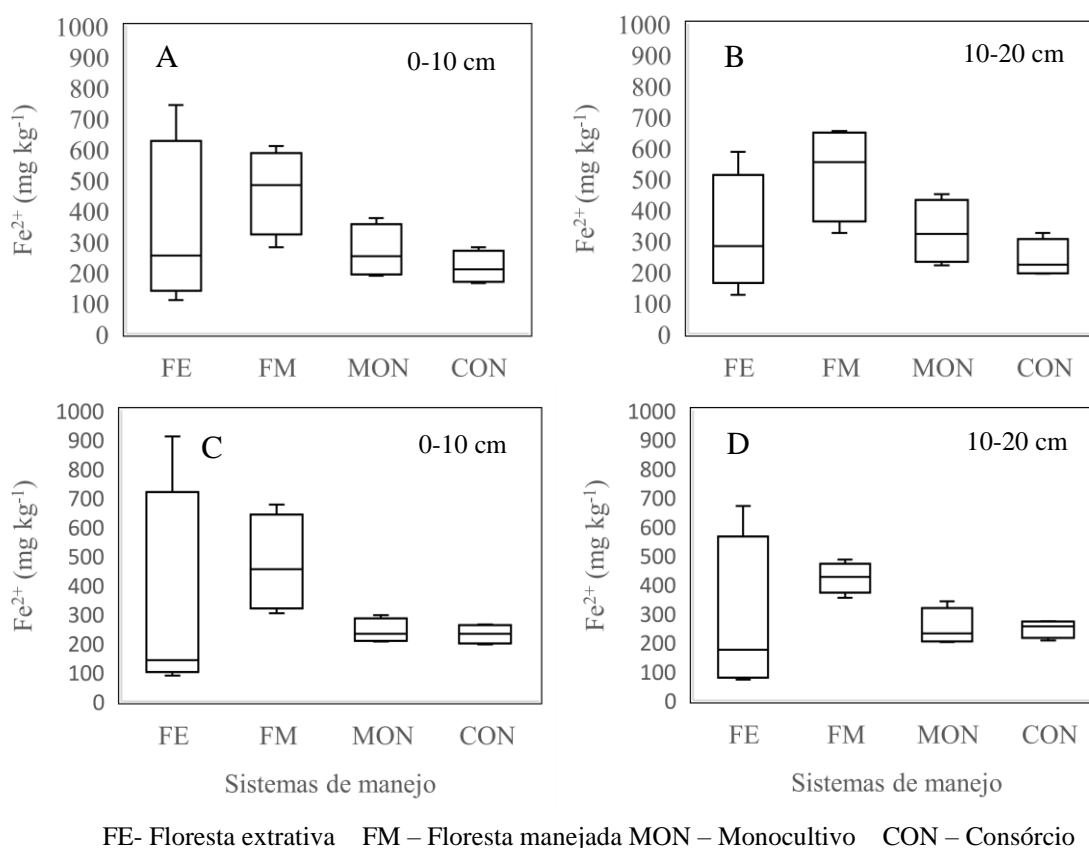
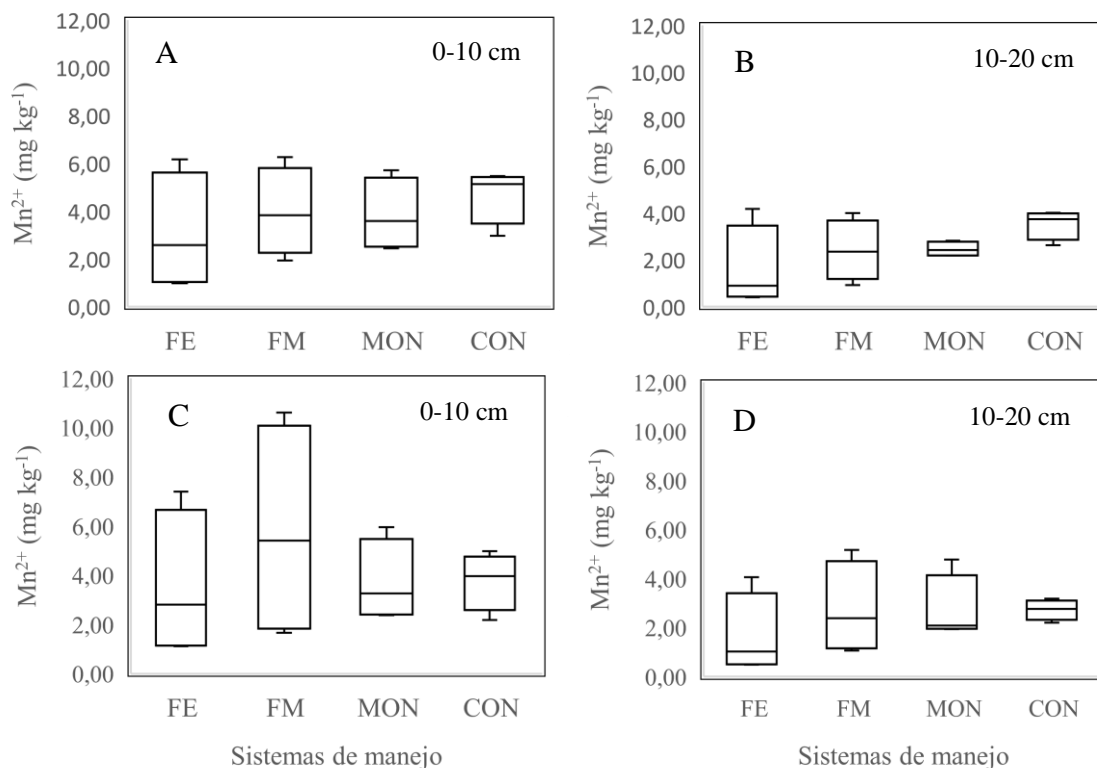


Figura 9. Teores de  $\text{Fe}^{2+}$ , nas profundidades de 0 -10 cm e 10 – 20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.

O Fe está presente em grandes quantidades em solos intemperizados de ambientes tropicais, na forma de óxidos e hidróxidos (ABREU et al., 2007; VIÉGAS et al., 2022). Segundo Alfaia e Uguen (2013), o Fe está amplamente distribuído em todos os tipos de solo, chegando em alguns casos a quantidades muito altas na camada arável. As quantidades totais são geralmente muito superiores às necessidades das plantas. O Fe do solo geralmente não é aumentado por atividades antrópicas, a menos que estejam associados ao descarte de importantes quantidade do metal (WOODS, 2003; PINHO et al., 2011).

Figura 10 (A, B, C e D) mostra que os teores de  $Mn^{2+}$  nos solos dos sistemas de açaiçais nativos floresta extrativa e floresta manejada apresentam maior variabilidade quando comparados aos sistemas cultivados monocultivo e consórcio. Os teores de  $Mn^{2+}$  variaram entre 0,98 e 10,61  $mg.kg^{-1}$  (FE4 e FM3 respectivamente), a 0-10 cm de profundidade, e entre 0,41 e 5,16  $mg.kg^{-1}$  (FE2 e FM4), a 10-20 cm de profundidade, nos dois anos avaliados. Os teores de  $Mn^{2+}$  encontrados nos sistemas de açaiçais nativos e cultivados são considerados de baixa fertilidade ( $< 8 mg.kg^{-1}$ ), segundo os critérios de Cochrane et al. (1985) para solos tropicais, com exceção da área do sistema FM3 no segundo ano de estudo.



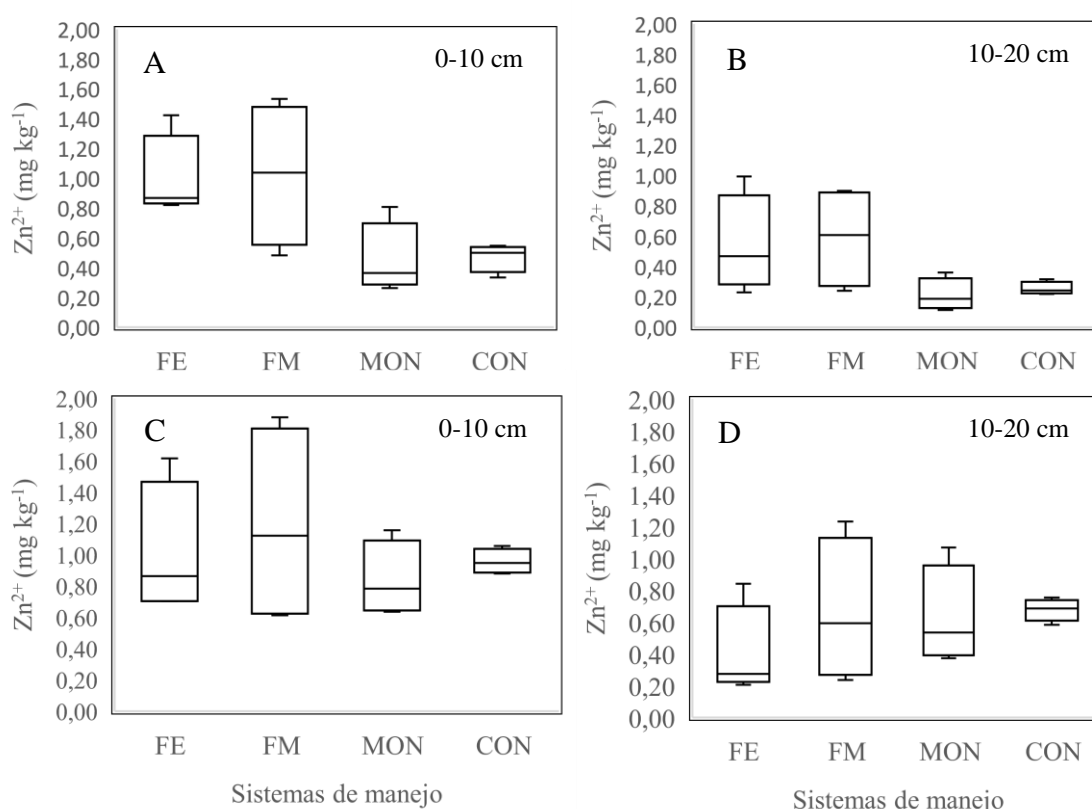
FE- Floresta extrativa FM – Floresta manejada MON – Monocultivo CON – Consórcio

Figura 10. Teores de  $Mn^{2+}$ , nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açai-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e

consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.

Na Figura 11 (A, B, C e D) observa-se que os teores de  $Zn^{2+}$  nos solos dos sistemas de açaiçais nativos e cultivados variaram entre 0,26 e 1,88  $mg.kg^{-1}$  (MON3 e FM4 respectivamente), a 0-10 cm de profundidade, e entre 0,11 e 1,23  $mg.kg^{-1}$  (MON3 e FM4 respectivamente), a 10-20 cm de profundidade, esses teores são classificados como baixos ( $<1,5 mg.kg^{-1}$ ) segundo os critérios de Cochran et al. (1985) para solos tropicais.

Os micronutrientes Mn e Zn podem se acumular no solo em formas biodisponíveis através da ligação com formas orgânicas e minerais do solo (GIROTTO et al., 2010) e essas reações são dependentes do pH. Por interagirem com as formas minerais no solo, solos arenosos tendem a apresentar menor disponibilidade desses micronutrientes (BISSANI; BOHNEN, 2004). Nesse estudo, o teor de Zn se correlacionou positivamente com a fração argila, a 10-20 cm de profundidade (Tabela 4).



FE- Floresta extrativa FM – Floresta manejada MON – Monocultivo CON – Consórcio

Figura 11. Teores de  $Zn^{2+}$ , em duas profundidades de 0 -10 cm e 10 – 20 cm, em dois anos de avaliação 2019 (A e B) e 2022 (C e D) de quatro agroecossistemas de açai-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Linha central dentro da caixa indica a mediana.

Os resultados para micronutrientes demonstram que os solos de açazais nativos e cultivados avaliados, possuem naturalmente baixos teores  $Mn^{2+}$  e  $Zn^{2+}$ . Segundo Viegas et al. (2004) os nutrientes mais limitantes para o crescimento de açazeiros em Latossolo Amarelo seguem a seguinte ordem:  $P > N > K > Mg > Mn$ .

Os baixos teores de Mn e Zn podem ser fatores limitantes para a produção de frutos de açazais nos sistemas estudados, em Codajás.

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre atributos químicos e granulometria do solo de açazais a 0-10 cm de profundidade, da avaliação de 2019, de quatro agroecossistemas de açai-do-amazonas, no município de Codajás-AM (n= 16).

Propriedades													
do solo	pH	Al <sup>3+</sup>	MO	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	Fe <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Areia	Silte	Argila
pH													
Al <sup>3+</sup>	-0,46												
MO	-0,49	0,86*											
Ca <sup>2+</sup>	0,61*	-0,25	-0,23										
Mg <sup>2+</sup>	0,08	0,33	0,48	0,53*									
K <sup>+</sup>	-0,19	0,78*	0,83*	-0,05	0,64*								
P	-0,12	-0,22	0,20	0,12	0,45	0,03							
Fe <sup>2+</sup>	-0,18	0,49	0,57*	0,05	0,68*	0,80*	0,06						
Zn <sup>2+</sup>	-0,19	0,37	0,67*	0,09	0,77*	0,69*	0,52*	0,73*					
Mn <sup>2+</sup>	0,19	0,50*	0,40	0,46	0,61*	0,42	-0,14	0,45	0,32				
Areia	0,37	-0,72*	-0,61*	0,18	-0,16	-0,61*	0,45	-0,67*	-0,31	-0,42			
Silte	-0,19	0,16	0,09	-0,15	-0,16	0,15	-0,49	0,50	0,04	0,11	-0,79*		
Argila	-0,38	0,98*	0,87*	-0,11	0,43	0,81*	-0,17	0,53*	0,45	0,55*	-0,73*	0,15	

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Coeficientes de correlação entre atributos químicos e granulometria do solo de açazais a 10-20 cm de profundidade, da avaliação de 2019 de quatro agroecossistemas de açai-do-amazonas, no município de Codajás-AM (n= 16).

Propriedades													
do solo	pH	Al <sup>3+</sup>	MO	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	Fe <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Areia	Silte	Argila
pH													
Al <sup>3+</sup>	-0,62*												
MO	-0,52*	0,91*											
Ca <sup>2+</sup>	0,37	-0,06	-0,05										
Mg <sup>2+</sup>	0,02	0,61*	0,69*	0,45									
K <sup>+</sup>	-0,27	0,82*	0,88*	0,28	0,85*								
P	-0,15	0,37	0,49	0,10	0,51*	0,46							
Fe <sup>2+</sup>	-0,06	0,22	0,29	0,21	0,51*	0,49	0,05						
Zn <sup>2+</sup>	-0,19	0,48	0,65*	0,09	0,78*	0,69*	0,60*	0,56*					
Mn <sup>2+</sup>	-0,20	0,70*	0,59*	0,26	0,54*	0,59*	-0,06	0,24	0,28				
Areia	0,64*	-0,72*	-0,69*	0,01	-0,39	-0,62*	-0,06	-0,58*	-0,48	-0,63*			
Silte	-0,44	0,19	0,22	-0,03	-0,03	0,17	-0,25	0,61*	0,21	0,31	-0,81*		
Argila	-0,55*	0,98*	0,91*	0,02	0,69*	0,86*	0,39	0,26	0,56*	0,69*	-0,73*		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

### 3.6. Análise de componente principal (PCA) da análise química e granulométrica do solo

A análise de componente principal (PCA) e seus coeficientes complementam as informações das análises químicas e granulométricas do solo, nas duas profundidades e anos avaliados (Figura 12 A e B). (Figura 13 A e B).

Para a camada de 0-10 cm de profundidade, na coleta de 2019, a análise de PCA explica 88,19% da variação total (Figura 12 A). Na figura 12 A, observa-se que os sistemas de floresta extrativa 3 (FE3) e floresta manejada 4 (FM4) estão posicionados a direita na parte superior da figura e apresentam vetores de maior intensidade para o micronutriente  $Fe^{2+}$  e a fração argila. Enquanto a floresta manejada 2 e 3 (FM2 e FM3) estão também posicionados a direita, porém na parte inferior com vetor de maior intensidade para a fração silte, demonstrando maiores concentrações desses atributos nesses sistemas. Enquanto os sistemas floresta extrativa 1 e 2 (FE1 e FE2) são áreas que apresentam vetor que demonstra maior teor de areia e estão posicionados a esquerda da figura 12 A. As áreas de floresta extrativa 4 (FE4) e floresta manejada 1 (FM1) são áreas nativas de açazais, porém são mais semelhantes aos sistemas cultivados (monocultivos e consórcios) e estão também posicionados a esquerda. Os vetores para os demais atributos avaliados, apesar de estarem posicionados a direita da figura são pequenos, não contribuindo para diferenças entre os sistemas de manejo de açazais avaliados (Figura 12 A).

Ademais, observa-se que a maioria das áreas de açazais nativos e cultivados estão em solos com maiores concentrações das frações silte e areia, as quais encontram-se em posições opostas na figura 12 A, demonstrando que o aumento de um ocorre a redução do outro. Esses resultados, sugerem que pode haver uma grande variabilidade em relação aos ambientes dos açazais nativos, em relação as características granulométricas, podendo estarem situados em solos com classificação distintas nas áreas de estudo. Segundo Viégas et al. (2004; 2022), o açazeiro se desenvolve em diferentes tipos de solo e é encontrado naturalmente em terra firme e em áreas sujeitas a inundações, embora não tolere áreas permanentemente alagadas.

Na camada de 10-20 cm de profundidade, na coleta de 2019, a análise de PCA explica 89,82% da variação total (Figura 12 B). Na figura 12 B, observa-se que as áreas de sistema floresta manejada 2, 3 (FM2 e FM3) estão posicionados a direita na parte superior da figura e apresentam vetores de maior intensidade para o micronutriente  $Fe^{2+}$  e a fração silte. Enquanto a floresta manejada 4 (FM4), floresta extrativa 3 (FE3) e consórcio 1, 2 e 4 (C1, C2 e C4) estão situados na parte inferior, no lado direito da figura 12 B e apresentam vetor de maior intensidade para a fração argila, separando-os dos demais sistemas posicionados do lado esquerdo, demonstrando maior concentração desses atributos nesses sistemas, na profundidade de 10-20



cm. Enquanto as áreas floresta extrativa 1, 2 e 4 (FE1, FE2 e FE4) apresentam maior vetor para a fração areia, demonstrando que são solos mais arenosos e estão posicionados a esquerda na parte superior da figura 5B. As partículas de areia e argila encontram-se em posições opostas na figura 12 B, demonstrando que o aumento de um ocorre a redução do outro. Semelhante a profundidade de 0-10 cm, os vetores para os demais atributos avaliados, apesar de estarem posicionados a direita da figura são pequenos, não contribuindo para diferenças entre os sistemas de manejo de açaiçais avaliados (Figura 12 B).

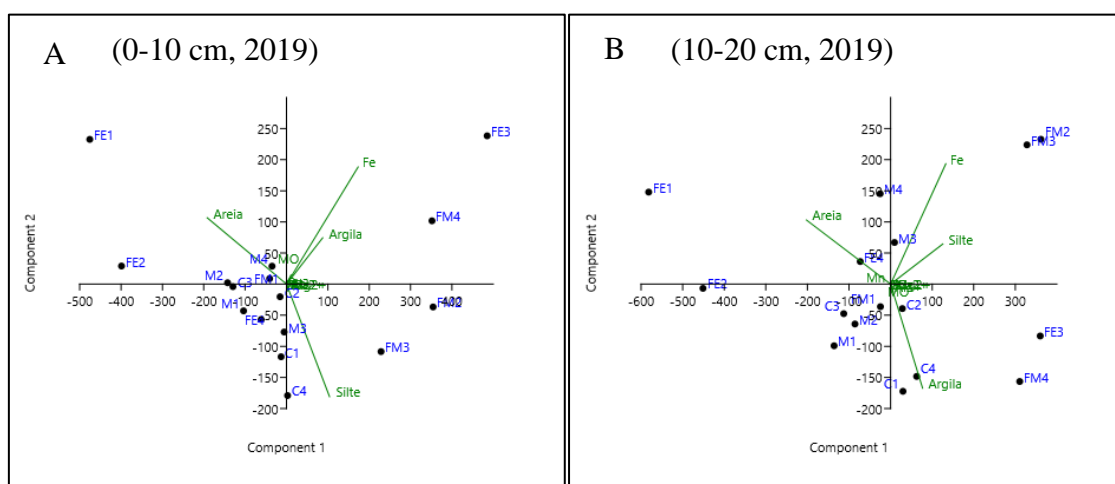


Figura 12. Análise de componentes principais (PCA) para características químicas (pH (H<sub>2</sub>O), Al, MO, Ca, <sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup>, P, K<sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> e Zn<sup>2+</sup>) e granulométricas do solo (areia, silte e argila), em duas profundidades 0-10 cm (A) e 10-20 cm (B), na coleta de 2019, de quatro agroecossistemas de açai-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (M) e consórcio (C), no município de Codajás-AM, Amazonas, Brasil. Componente principal 1(PC1) variação 73,63%; componente principal 2 (PC2) variação 14,56% (A). Componente principal 1 (PC1) variação 72,35%; componente principal 2 (PC2) variação 17,47% (B).

Para a camada de 0-10 cm de profundidade, em 2022 a análise de PCA explica 94,69% da variação total (Figura 13 A). Observa-se que houve o mesmo comportamento das características avaliadas ocorridas no solo no ano de 2019. Na camada de 0-10 cm, na coleta de 2022, as áreas de floresta extrativa 3 (FE3) e floresta manejada 4 (FM 4), além de apresentarem maior vetor para o Fe<sup>2+</sup> e fração argila, como já observados, na coleta de 2019, apresenta também vetor para o atributo MO em relação aos demais sistemas, demonstrando aumento da matéria orgânica do solo nesses sistemas (Figura 6 A).

Para a camada de 10-20 cm de profundidade, na coleta de 2022, a análise de PCA explica 93,12% da variação total (Figura 13 B). Na figura 13 B, observa-se que as áreas de sistema floresta manejada 1, 2, 3 e 4 (FM1, FM2, FM3 e FM4), a floresta extrativa 3 (FE3) e consórcio

1, 2 e 4 (C1, C2 e C4) estão situados no lado direito da figura 13B, separando-os dos demais sistemas que estão posicionados do lado esquerdo. Ademais, os vetores para a fração argila e o  $\text{Fe}^{2+}$  (menor intensidade) apresentam maior intensidade para os sistemas FE3, FM1 e FM4 que estão posicionados a direita no lado superior da figura 13 B. Enquanto os sistemas FM2, FM3, C1, C2 e C4 apresentam vetor de maior intensidade para a fração silte e estão situados a direita na parte inferior da figura 13 B. Os vetores para os demais atributos avaliados, apesar de estarem posicionados a direita da figura são pequenos, não contribuindo para diferenças entre os sistemas de manejo de açaiçais avaliados, como já observados anteriormente (Figura 13 B). Para os sistemas FE1 e FE2 situados a esquerdada na parte superior, o vetor da fração areia apresenta-se com pouca expressividade (Figura 13 B).

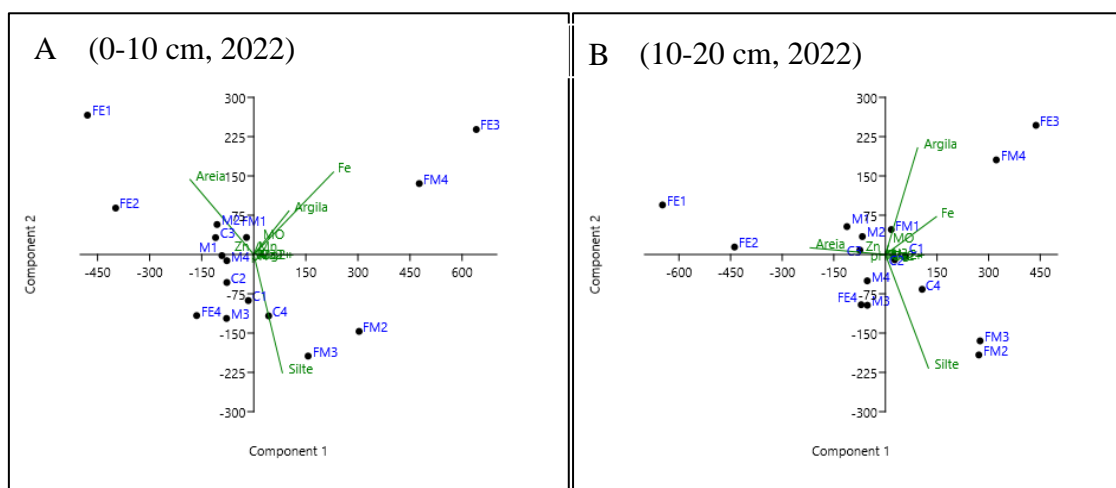


Figura 13. Análise de componentes principais (PCA) para características químicas (pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ), Al, MO,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , P,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ ) e granulométricas do solo (areia, silte e argila), em duas profundidades 0-10 cm (A) e 10-20 cm (B), na coleta de 2022, de quatro agroecossistemas de açai-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (M) e consórcio (C), no município de Codajás-AM, Amazonas, Brasil. Componente principal 1(PC1) variação 77,49% e componente principal 2 (PC2) variação 17,20% (A). Componente principal 1 (PC1) variação 78,95% e componente principal 2 (PC2) variação 14,17% (B).

### 3.7. Avaliação do estado nutricional das plantas de açaizeiros

A Tabela 5 apresenta as concentrações médias de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P) e nitrogênio (N) em amostras foliares, coletadas em açaiçais nativos e cultivados, no município de Codajás, no Estado do Amazonas. Observa-se que os resultados de ANOVA não apresentaram diferenças significativas para nenhum dos macronutrientes avaliados nesse estudo (Tabela 5).

Resultados consistentes que permitem uma avaliação precisa do estado nutricional do açaizeiro são escassos. Mesmo para a espécie *Euterpe oleracea*, os estudos são limitados e ainda não foram determinadas faixas nutricionais consideradas adequadas para essa espécie (RIBEIRO et al., 2020a, VIÉGAS et al., 2022). Para a espécie *Euterpe precatória* resultados sobre a nutrição são ainda mais escassos, principalmente para plantas adultas. O estudo de Araújo (2021), buscou avaliar a adubação nitrogenada e fosfatada na produção de mudas de *Euterpe precatória*.

Nesse contexto, foram realizadas comparações com alguns estudos realizados com o açaí de touceira (*E. oleracea*) entre os quais o de Viégas et al. (2022) que buscaram determinar a folha padrão para a diagnose nutricional do açaizeiro por meio da avaliação dos teores foliares. Outros trabalhos com fertirrigação, em plantas adultas, também foram usados (LINDOLFO et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020a). Segundo Ribeiro et al. (2020a), as concentrações de macronutrientes encontradas em seu estudo foram consideradas adequadas, dentro da faixa encontrada por Brasil; Nascimento; Alencar Sobrinho (2009).

Brasil; Nascimento; Alencar Sobrinho (2009) avaliaram açaizeiro de uma população melhorada (cultivar BRS-Pará) e de duas populações naturais localizadas em áreas de várzea, em folhas recém-abertas. Enquanto Lindolfo et al. (2020) avaliaram açazal de plantio comercial formado por plantas nativas, na folha de número 6, em solo classificado como Latossolo textura-média e Ribeiro et al. (2020a) avaliaram açazais de plantio comercial em Latossolo textura-média com fertirrigação. Ademais, os estudos dos referidos autores foram realizados com plantas adultas da espécie *Euterpe oleracea* em condições nutricionais de solos superiores à deste estudo, bem como em solo com classe textural diferente.

Observa-se que para as concentrações médias de N nas folhas de açaizeiro nos diferentes sistemas avaliados houve pouca variação, com média de 18,68 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5). O N nas folhas de açaí-do-amazonas nesse estudo são análogos aos encontrados em outros estudos considerados adequados (BRASIL; NASCIMENTO; ALENCAR SOBRINHO, 2009; LINDOLFO et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020a), porém inferior aos encontrados por Viégas et al. (2022) na folha de nº 5, considerada por eles como a folha mais indicada para avaliação nutricional de *E. oleracea*. Brasil; Nascimento; Alencar Sobrinho (2009) encontraram teor médio de N de 20,91 g kg<sup>-1</sup> em açazais nativos. Lindolfo et al. (2020) em um estudo, no nordeste do Pará para avaliar o estado nutricional de açaizeiro (*Euterpe oleracea*) fertirrigado submetido à fertilização com boro (B), encontraram no tratamento testemunha, sem a aplicação de B, teor médio de N nas folhas de 16,8 g kg<sup>-1</sup> e com a aplicação de 20 g de B por touceira encontrou 18,8 g kg<sup>-1</sup>. Ribeiro et al. (2020a) para definir zonas de manejos (ZMs) para o cultivo

de açaí fertirrigado encontrou média de 19,5 g kg<sup>-1</sup>. As concentrações N nas folhas obtidas por Viégas et al. (2022) nas folhas de nº 2 a 9 foram entre 20,97 e 26,78 g kg<sup>-1</sup>, porém a folha recomendada no final do estudo foi a de nº 5 com concentração de 25,63 g kg<sup>-1</sup>. Araújo (2021) encontrou teores de N de 14,32 e 15,94 g kg<sup>-1</sup> em mudas de *Euterpe precatoria*.

A concentração média de P nas folhas do açaí-do-amazonas, encontradas nesse estudo, foi de 1,28 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5) e são similares aos da literatura em plantas adultas (LINDOLFO et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020a; BRASIL; NASCIMENTO; ALENCAR SOBRINHO, 2009). Ademais, os teores de P nos solos dos sistemas nativos avaliados na camada de 0-10 cm, na coleta de 2019 (Figura 8 A e B) encontraram-se na faixa considerados satisfatórios para solos tropicais (COCHRANE et al., 1985).

As concentrações P nas folhas obtidas por Viégas et al. (2022) nas folhas de nº 2 a 9 foram entre 1,43 e 1,77 g kg<sup>-1</sup>, porém a folha recomendada por esses autores foi a de nº 5 com concentração de 1,62 g kg<sup>-1</sup>. No entanto, Araújo (2021) encontrou valores de P de 1,13 e 2,25 g kg<sup>-1</sup> em mudas de *E. precatoria*.

As concentrações médias de K nas folhas variaram entre 5,64 e 6,21 g kg<sup>-1</sup>, com média de 5,98 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5). As concentrações de K foliares encontrados por Lindolfo et al. (2020); Ribeiro et al. (2020 a) e Brasil; Nascimento; Alencar Sobrinho (2009) foram de 9,9; 8,5 e 6,83 g kg<sup>-1</sup> respectivamente. As concentrações de K obtidas por Viégas et al. (2022) nas folhas de nº 2 a 9 foram entre 5,40 e 7,86 g kg<sup>-1</sup>, porém na folha recomendada de nº 5 foi de 6,76 g kg<sup>-1</sup>. Araújo (2021), encontrou concentrações de K de 10,65 g kg<sup>-1</sup>. Os teores de K encontrados nesse estudo foram similares aos encontrados por Brasil; Nascimento; Alencar Sobrinho (2009) e Viégas et al. (2022) e inferiores aos demais estudos (LINDOLFO et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020a; ARAÚJO, 2021).

Nas análises de solo, a 0-10 cm de profundidade na coleta de 2019, observou-se que os teores de K foram considerados adequados para solos tropicais (COCHRANE et al., 1985), em algumas das áreas avaliadas (Figura 7 A e B). Ademais, o material vegetal foi coletado no período de produção de frutos, época de maior demanda do nutriente, bem como no início do período chuvoso na região estudada, que podem ter contribuído para a redução do nutriente no tecido foliar. A redução de K no solo pode ser em função da exportação desse nutriente pelas colheitas, além das perdas por lixiviação, observado por Alfaia et al. (2004; 2009), já comentados anteriormente.

Segundo Wandelli et al. (2002) a exportação de potássio é relativamente alta em espécies nativas como cupuaçu, pupunha e açaí. Ademais, Menezes; Torres; Srur (2008) ao avaliarem a polpa de açaí liofilizada encontraram o K e Ca como os nutrientes em maiores

quantidades sugerindo maior exportação de K pelas colheitas dos frutos de açaí. Ao avaliarem diferentes partes de indivíduos de açazeiros, Brasil; Nascimento; Alencar Sobrinho (2009) encontraram teores de nutrientes em ráquulas + caroços + pedúnculos com valores de N 19,46 g kg<sup>-1</sup>, K 43,31 g kg<sup>-1</sup> e Ca 15,56 g kg<sup>-1</sup>. Esses resíduos ao retornarem aos sistemas de produção irão contribuir para melhorias químicas, físicas e biológicas dos solos dos sistemas produtivos, principalmente nos sistemas de produção de açaí cultivados e podem ser associados a outros materiais, melhorando seus aproveitamentos. Em um estudo, Silva et al. (2021) para avaliar a adubação orgânica da casca de cupuaçu + poda de ingá na Amazônia Central, observaram melhorias nas características químicas do solo, principalmente pela reposição de K e Ca, desde que associada a calagem.

Para o Ca a concentração média nas folhas foi de 3,45 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5). As concentrações encontradas por Lindolfo et al. (2020); Ribeiro et al. (2020a); Brasil; Nascimento; Alencar Sobrinho (2009) foram de 5,85; 5,6 e 4,55 g kg<sup>-1</sup> respectivamente. As concentrações de Ca obtidas por Viégas et al. (2022) nas folhas de nº 2 a 9 foram entre 7,54 e 3,75 g kg<sup>-1</sup>, porém na folha recomendada de nº 5 foi de 4,79 g kg<sup>-1</sup>. Araújo (2021) encontrou teor de 5,32 g kg<sup>-1</sup>. As concentrações de Ca em folhas de açazeiros encontrados por esses autores são superiores aos deste estudo.

As concentrações de Ca no tecido foliar nesse estudo, sugerem que ele pode ser considerado um nutriente limitante nos sistemas avaliados, e já observado também sua deficiência nas análises de solo, nos sistemas de manejo avaliados (Figura 5 A e B) que foram considerados baixos para solos tropicais (COCHRANE et al., 1985) e do Amazonas (MOREIRA; FAGERIA, 2009). De acordo com, Menezes; Torres; Srur (2008); Ribeiro et al. (2020a) o Ca é o segundo nutriente em maior quantidade no fruto do açaí. Segundo Ribeiro et al. (2020b), a demanda do fruto de açaí por Ca e Mn funciona como dreno e justifica as elevadas deficiências observadas nas folhas pelos índices DRIS. Os referidos autores observaram também que o índice DRIS de Ca se correlacionou com a produtividade da palmeira açaí, confirmando a exigência do Ca pelo açaí, no estágio de maturação dos frutos.

Em relação a concentração de Mg no tecido foliar do açazeiro nos sistemas avaliados, a média nesse estudo foi de 0,90 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5). Os teores de Mg encontrados nos estudos de Lindolfo et al. (2020); Ribeiro et al. (2020a); Brasil; Nascimento; Alencar Sobrinho (2009) foram de 0,94; 1,11 e 0,89 g kg<sup>-1</sup> respectivamente, valores similares aos encontrados nesse estudo. As concentrações de Mg obtidas por Viégas et al. (2022) nas folhas de nº 2 a 9 foram entre 0,23 e 0,81 g kg<sup>-1</sup>, porém na folha recomendada de nº 5 foi de 0,38 g kg<sup>-1</sup>, valor bem inferior ao deste estudo. No entanto, Araújo (2021) encontrou teor de Mg de 2,41 g kg<sup>-1</sup>, em

mudas de *E. precatória*. Esse resultado demonstra que o Mg está dentro da faixa de valores encontrados em outros estudos com o açaí em plantas adultas (LINDOLFO et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020a; BRASIL; NASCIMENTO; ALENCAR SOBRINHO, 2009) e superior ao encontrado por Viégas et al. (2022).

Ademais, os teores de  $Mg^{2+}$  no solo dos sistemas de açaizais nativos, na camada de 0-10 cm, na coleta de 2019 (Figura 6 A e B), apresentaram algumas áreas considerados médios para solos tropicais (COCHRANE et al., 1985). O teor adequado de Mg no tecido vegetal é um fator importante quando se trata da interação desse elemento com o P, que é sinérgica. A absorção de P é máxima quando em presença adequada de Mg na solução do solo (RIBEIRO et al., 2020b).

Tabela 5. Teores médios de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de açaí-do-amazonas, em diferentes sistemas de manejo, em Codajás (n= 16).

Sistema de manejo	N	P	K	Ca	Mg
	----- g kg <sup>-1</sup> -----				
Floresta extrativa	18,71 a	1,26 a	6,00 a	3,70 a	0,91 a
Floresta manejada	18,97 a	1,30 a	6,21 a	3,27 a	0,87 a
Monocultivo	18,54 a	1,25 a	5,64 a	3,18 a	0,94 a
Consórcio	18,51 a	1,31 a	6,06 a	3,66 a	0,90 a
Média	18,68	1,28	5,98	3,45	0,90
CV%	5,39	7,08	9,44	19,73	9,03

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Considerando as concentrações foliares médias dos macronutrientes do presente estudo, a ordem decrescente de demanda para o açaí foi  $N > K > Ca > P > Mg$ . Esses resultados corroboram com o estudo de Viégas et al. (2022), com exceção do S, que nesse estudo não foi determinado.

A tabela 6 mostra que ANOVA não apresenta diferença significativa para as concentrações dos micronutrientes Mn e Zn foliares, entre os sistemas de manejo de açaí-do-amazonas. As concentrações de Fe diferiram significativamente ( $p= 0.0055$ ) entre os sistemas, onde a floresta extrativa e floresta manejada apresentaram concentrações de Fe nas folhas de açaí superiores ao monocultivo, porém não diferiram do consórcio. que por sua vez não diferiu do monocultivo (Tabela 6).

As concentrações médias de Fe nas folhas nesse estudo variaram entre 52,08 e 83,75 mg kg<sup>-1</sup> e o teor médio foi de 70,36 mg kg<sup>-1</sup>. Ademais, como já destacado as concentrações de Fe

foliares dos sistemas nativos foram superiores ao monocultivo (Tabela 6). Lindolfo et al. (2020), encontraram teores de Fe de 347,4 mg kg<sup>-1</sup>, no início de um experimento com fertirrigação com B, porém no final do estudo o teor encontrado foi reduzido entre 137 e 158 mg kg<sup>-1</sup>. Ribeiro et al. (2020a) encontraram concentração de Fe de 366,37 mg kg<sup>-1</sup>. As concentrações foliares de Fe, encontradas por Viégas et al. (2022) foram entre 81,05 e 130,49 mg kg<sup>-1</sup> e na folha de nº 5 foi de 118,01 mg kg<sup>-1</sup>. Araújo (2021) encontrou concentração foliar de Fe em mudas de *E. precatória* foi de 372,62 mg kg<sup>-1</sup>. As concentrações médias de Fe foliares encontradas nesse estudo foram muito inferiores aos encontrados na literatura, tanto para plantas adultas como para mudas de açaí (LINDOLFO et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020a; ARAÚJO; 2021). No entanto, o teor de Fe<sup>2+</sup> encontrado no solo em todos os sistemas avaliados são considerados elevados (Figura 9 A e B) apresentando boa disponibilidade desse nutriente na solução do solo. O Fe tem grande disponibilidade em solos ácidos, como os do presente estudo. (ABREU et al., 2007; VIÉGAS et al., 2022).

. As diferenças nas concentrações foliares podem ser explicadas por vários fatores, como material genético, idades, clima, solos e tratamentos de culturas, entre outros (MALAVOLTA et al., 1997; VIÉGAS et al., 2022). Segundo Viégas et al. (2022) os níveis críticos podem ser alterados devido a mudanças drásticas nos fatores abióticos, havendo necessidade de estabelecê-los para cada região.

As concentrações de Mn nas folhas de açaí variaram entre 242,96 e 345,64 mg kg<sup>-1</sup>. Apesar de não apresentarem diferenças significativas, as concentrações de Mn foliares dos sistemas nativos foram mais elevadas que a dos sistemas cultivados (Tabela 6). Apesar dos teores de Mn<sup>2+</sup> no solo dos sistemas avaliados serem considerados baixos, por tanto limitante no solo (Figura 10 A e B), porém não interferiram nos resultados das concentrações foliares, já que apresentaram teores médios similares a de outros estudos, ademais, a maioria dos sistemas avaliados nesse estudo não utilizam adubação e nem calagem.

Lindolfo et al. (2020) encontraram concentrações médias de Mn foliar no início do estudo de 218,9 mg kg<sup>-1</sup> e no final foi de 55,2 mg kg<sup>-1</sup>. Ribeiro et al. (2020a) encontraram concentração média de Mn de 250,89 mg kg<sup>-1</sup>, porém os teores variaram entre 42 e 557 mg kg<sup>-1</sup>. As concentrações de Mn foliar encontradas por Viégas et al. (2022) foram entre 201,51 e 453,59 mg kg<sup>-1</sup> e na folha de nº 5 foi de 280,89 mg kg<sup>-1</sup>. A concentração de Mn encontrada por Araújo (2021) foi de 190,92 mg kg<sup>-1</sup>. Observa-se uma grande variação nas concentrações de Mn foliares de açaí, tanto nesse estudo, como em outros realizados com o açaí da espécie *E. oleracea* na Amazônia Oriental. De acordo com a literatura, o Mn parece ser o micronutriente mais demandado pelo açaí (RIBEIRO et al., 2020b; VIÉGAS et al., 2004).

As concentrações médias de Zn foliares de açazais dos sistemas estudados variaram entre 13,82 e 16,76 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6). Os teores de Zn encontrados por Lindolfo et al. (2020); Ribeiro et al. (2020a) e Araújo (2021) foram 25,8; 24,54 e 6,4-8,11 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente. Viégas et al. (2022) encontraram concentrações de Zn foliares variando entre 23,94 e 25,24 mg kg<sup>-1</sup>. As concentrações de Zn encontrados em plantas adultas de açai (*E. oleracea*) em outros estudos (LINDOLFO et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020a; VIÉGAS et al., 2022) foram superiores aos desse trabalho. Ademais, os encontrados em mudas de açai (*E. precatória*) foram inferiores (ARAÚJO, 2021). Esses resultados sugerem que a concentração foliar de Zn nos açazeiros deste estudo podem ser deficientes, ou como observado para o Fe em *E. precatória*, pode necessitar de menor requerimento de Zn, em plantas adultas e na fase de mudas. Os teores de Zn<sup>2+</sup> no solo também foram considerados deficientes (Figura 11 A e B).

Tabela 6. Teores médios de Fe, Mn e Zn nas folhas de açai-do-amazonas, no ano de 2019, em 4 sistemas de manejo, em Codajás (n=16).

Sistema de manejo	Fe	Mn	Zn
----- mg kg <sup>-1</sup> -----			
Floresta extrativa	83,75 a	317,62 a	15,50 a
Floresta manejada	77,69 a	345,64 a	15,13 a
Monocultivo	52,08 b	242,96 a	16,76 a
Consórcio	67,93 ab	269,73 a	13,82 a
Média	70,36	293,98	15,30
CV%	14,82	43,96	13,43

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Considerando as concentrações foliares médias dos micronutrientes avaliadas no presente estudo, a ordem decrescente de demanda para o açai foi Mn > Fe > Zn. Esses resultados corroboram com o estudo de Viégas et al. (2022), com exceção do B e Cu, que nesse estudo não foram determinados.

Em relação a frequência dos nutrientes em estado de deficiência em folhas de açai a ordem observada por Ribeiro et al. (2020b) foi Mn>Ca=B>Cu>Mg>Fe>K>P>S>Zn>N. Segundo Ribeiro (2017) a relação mais satisfatória, considerando a maior produtividade, segue a seguinte ordem de demanda de nutrientes: N>K>Ca>S>P>Mg>Fe>Mn>B> Zn>Cu.



A tabela 7 mostra as correlações entre nutrientes foliares de açaizais nativos e cultivados. Observa-se uma correlação positiva entre as concentrações de P e Mg, entre Fe e N e entre Fe e Mn.

Tabela 7. Coeficientes de correlação entre concentrações de nutrientes foliares de açaí-do-amazonas nativos e cultivados, avaliadas no ano de 2019, no município de Codajás-AM (n= 16).

Nutrientes	Ca	Mg	N	K	P	Fe	Zn	Mn
Ca								
Mg	-0,44							
N	0,12	0,22						
K	0,33	0,38	0,47					
P	-0,16	0,58*	0,20	0,45				
Fe	0,19	-0,14	0,56*	0,26	0,15			
Zn	0,09	0,24	0,41	0,35	-0,03	0,04		
Mn	0,16	-0,29	0,21	0,26	-0,25	0,62*	0,09	

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

As concentrações observadas na literatura para alguns nutrientes foram mais elevadas ou em menor concentrações as desse estudo. Essas diferenças encontradas podem estar relacionadas a influência de fatores como genótipo, clima, idade da planta, solo e indica a necessidade de estabelecer o nível de deficiência de nutrientes para o açaí, pois ainda não foi determinado (VELOSO et al., 2020; VIÉGAS et al., 2022) para as duas espécies encontradas na Amazonia Oriental e Ocidental. Segundo Deenik; Ares; Yost (2000) como para a maioria das culturas perenes, o diagnóstico de deficiências nutricionais em pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) é menos claro do que em plantas anuais. Devido a fatores como ciclagem de nutrientes, translocação de nutrientes, idade da planta, idade da folhagem e posição dentro da coroa e as variações sazonais e climáticas. Tais afirmações podem ter também influenciado no resultado do diagnóstico nutricional nesse estudo, para o açaí-do-amazonas. Portanto, há necessidade de outros estudos para avaliarem melhor a diagnose foliar para o açaí da espécie *E. precatória* na região de estudo.

### 3.8. Análise do componente principal das concentrações de macronutrientes e micronutrientes nas folhas de açaizeiros e atributos químicos nos solos

Análise de componente principal (PCA) complementa as informações para melhor visualização das interações das concentrações de macronutrientes e micronutrientes nas folhas de açaizeiros e atributos químicos nos solos a 0-10 e 10-20 cm de profundidade, na coleta de 2019, de açaizais nativos e cultivados, realizados por agroextrativistas em Codajás (Figura 14 A e B).

A componente principal 1 (PC1) e a componente principal 2 (PC2) explicaram 99,36% da variação total para a interação dos macronutrientes e micronutrientes nas folhas e dos atributos químicos do solo na camada de 0-10 cm de profundidade, da coleta de 2019 (Figura 14 A). Observa-se que o sistema de manejo de açizais floresta manejada 2, 3 e 4 (FM2, FM3, FM4), floresta extrativa 3 (FE3) e Monocultivo 4 (M4) estão posicionados ao lado direito e os demais sistemas posicionados a esquerda da figura 14 A. Observa-se que o sistema de manejo floresta manejada 3 (FM3) está posicionado a direita na parte superior da figura 14 A e apresenta vetor de maior intensidade para o micronutriente Mn nas folhas, demonstrando elevada concentração desse nutriente no tecido foliar de açizais nesse sistema.

Os sistemas FM2, FM4, FE3 e M4 estão posicionados ao lado direito na parte inferior da figura 14 A e apresenta vetor de maior intensidade para o micronutriente  $Fe^{2+}$  no solo na camada de 0-10 cm de profundidade, demonstrando elevado teor desse nutriente no solo desses sistemas (Figura 14 A). Os vetores para os demais nutrientes foliares e atributos no solo avaliados, apesar de estarem posicionados a direita da figura são pequenos, não contribuindo para diferenças entre os sistemas de manejo de açizais avaliados (Figura 14 A).

A componente principal 1 (PC1) e a componente principal 2 (PC2) explicaram 99,4% da variação total para a interação dos macronutrientes e micronutrientes nas folhas e os atributos químicos do solo na camada de 10-20 cm de profundidade, da coleta de 2019 (Figura 14 B). Observa-se que o sistema de manejo de açizais floresta manejada 2, 3 e 4 (FM2, FM3, FM4), floresta extrativa 1 e 3 (FE1 e FE3) e Monocultivo 3 e 4 (M3 e M4) estão posicionados ao lado direito e os demais sistemas posicionados a esquerda da figura 14 B, demonstrando diferenças entre esses sistemas. Observa-se que o sistema de manejo floresta extrativa 1 e 3 (FE1 e FE3) e floresta manejada 4 (FM4) estão posicionados a direita na parte superior da figura 14 B e apresenta vetor de maior intensidade para o micronutriente Mn nas folhas, demonstrando elevada concentração desse nutriente no tecido foliar de açai nesses sistemas.

Os sistemas FM2, FM4, FE3 e M4 estão posicionados ao lado direito na parte inferior da figura 14 B e apresenta vetor de maior intensidade para o micronutriente  $Fe^{2+}$  no solo na camada de 10-20 cm de profundidade, demonstrando elevado teor desse nutriente no solo desses sistemas (Figura 14 B). Os vetores para os demais nutrientes foliares e atributos no solo avaliados, apesar de estarem posicionados a direita da figura são pequenos, não contribuindo para diferenças entre os sistemas de manejo de açizais avaliados (Figura 14 B).

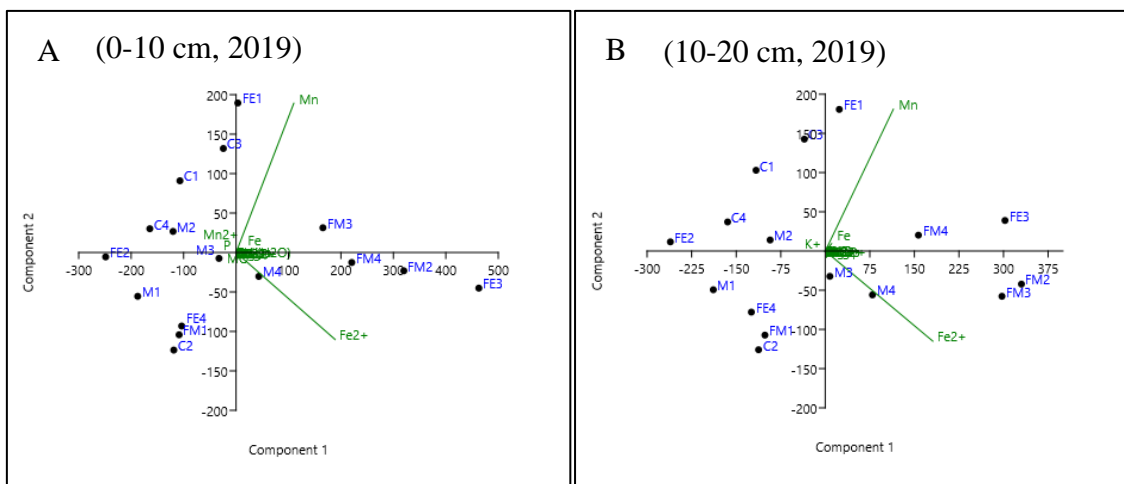


Figura 14. Análise de componentes principais (PCA) para macronutrientes e micronutrientes foliares e características químicas ( $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{MO}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ ) e granulométricas do solo (areia, silte e argila), em duas profundidades 0-10 cm (A) e 10-20 cm (B), na coleta de 2019, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (M) e consórcio (C), no município de Codajás-AM, Amazonas, Brasil. Componente principal 1 (PC1) variação 84,10% e componente principal 2 (PC2) variação 15,26% (A). Componente principal 1 (PC1) variação 81,54% e componente principal 2 (PC2) variação 17,86% (B).

### 3.9 Avaliação da sustentabilidade dos sistemas do açaí-do-amazonas através do Índice de seleção de Mulamba-Rank

Nas tabelas 8 e 9 observa-se que os sistemas de manejo de açais nativos floresta extrativa, seguido da floresta maneja, foram os mais sustentáveis, tanto para a fertilidade do solo como para a nutrição das plantas de açaí, em que a floresta extrativa apresentou rank médio de 2,08 nas duas profundidades de solo avaliadas e 1,87 para nutrição das plantas, segundo o índice de Mulamba-Rank. adaptado por Resende (2006). Esse resultado sugere que a serrapilheira, a ciclagem de nutrientes, além do manejo da matéria orgânica adicionada através dos resíduos das colheitas dos frutos de açaí que são deixados nas áreas de coleta, parecem ser os principais componentes que contribuem para a qualidade e sustentabilidade das propriedades químicas do solo e nutrição das plantas de açaí desses sistemas de produção do açaí-do-amazonas nas condições estudadas, no município de Codajás.

A ciclagem de nutrientes tem efeitos positivos nas propriedades químicas e físicas do solo e esse processo é especialmente importante em solos tropicais (PINHO et al., 2012; PRIMAVESI, 2001; RICKLEFS, 1996). Embora pobres em nutrientes, os solos tropicais são muito ricos em biodiversidade, com maior diversidade e biomassa de microrganismos que os

solos temperados, sendo estes os principais agentes mediadores do suprimento de nutrientes ao solo por meio da decomposição da matéria orgânica, derivada da vegetação (LUIZÃO, 1989; FEARNSTIDE; BARBOSA, 1998; PINHO et al., 2012; PRIMAVESI, 2002).

Tabela 8. Sustentabilidade dos sistemas de manejo do açaí-do-amazonas avaliada pelo índice de Mulamba-Rank, considerando as variáveis granulometria (areia, silte e argila), valores de pH (H<sub>2</sub>O), teores de Al<sup>3+</sup>, MOS, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K, P, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> e Zn<sup>2+</sup>, de solos, em duas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, em dois anos de avaliação, em Codajás, Amazonas.

Sistemas de manejo	Rank médio	
	0-10 cm	10-20 cm
Floresta extrativa	2,08	2,08
Floresta manejada	2,33	2,58
Monocultivo	2,75	2,67
Consórcio	2,83	2,67

Tabela 9 – Sustentabilidade dos sistemas de manejo do açaí-do-amazonas avaliada pelo índice de Mulamba-Rank, considerando as variáveis, concentrações de Ca, Mg, K, P, Fe, Mn e Zn, em folhas de açaizeiro, coletadas no ano de 2019, em Codajás, Amazonas.

Sistemas de manejo	Rank médio
Floresta extrativa	1,87
Floresta manejada	2,37
Monocultivo	2,87
Consórcio	2,87

#### 4. CONCLUSÃO

Os solos dos açazais nativos avaliados, em Codajás, apresentaram uma grande variabilidade em relação a classe textura variando entre franco-arenosa, argilo-siltosa e franco-siltosa, enquanto nos solos dos sistemas cultivados a classe textural mais recorrente foi a franco-siltosa, porém o silte foi a fração em maior quantidade na maioria dos solos avaliados.

Nas condições estudadas, os solos dos agroecossistemas de açáí-do-amazonas apresentam elevada acidez, baixos teores de Ca, Mn e Zn e elevada disponibilidade de Fe no solo.

Apesar da grande variabilidade nas características químicas dos sistemas avaliados, foi observada uma tendência dos solos dos sistemas de açazais nativos apresentam melhores características de fertilidade, em relação aos teores de Mg, K, P e MO, em comparação com os sistemas de açazais cultivados que podem estar relacionadas ao aporte de material orgânico, tanto da serapilheira que é maior nas áreas de florestas, quanto ao manejo dos resíduos vegetais usados pelos agricultores.

As concentrações de nutrientes nas folhas do açáí-do-amazonas, foram comparadas com as concentrações obtidas para a espécie *Euterpe oleracea*. As concentrações de N, P e Mg encontram-se próximas as observadas para *E. oleracea*, enquanto as concentrações de K foram semelhantes a alguns estudos e inferiores a outros. No entanto, as concentrações Ca e Zn situaram-se sempre abaixo dos valores encontrados na literatura, sugerindo que estes nutrientes são fatores que podem estar limitando a produção dos açazeiros nos sistemas avaliados, pois apresentaram também deficiência no solo.

Apesar da boa disponibilidade de Fe no solo, as folhas apresentaram concentrações inferiores às encontradas na literatura, porém os sistemas de açazais nativos, em floresta extrativa e floresta manejada, apresentaram concentrações significativamente superior ao sistema de monocultivo.

O Mn nas folhas do açáí-do-amazonas estava dentro das concentrações de outros estudos, sugerindo que a deficiência encontrada no solo não comprometeu sua disponibilidade na planta.

A ordem de demanda decrescente encontrada no tecido foliar do açáí-do-amazonas para macronutrientes foi  $N > K > Ca > P > Mg$  e para micronutrientes foi  $Mn > Fe > Zn$ .

Há necessidade de estabelecer faixas de concentrações foliares adequadas de nutrientes para a espécie *Euterpe precatória* que pode apresentar diferenças no requerimento nutricional em relação a espécie *Euterpe oleracea*.

Os solos das áreas dos sistemas de açazais nativos mostraram-se heterogêneos, demonstrando estarem em diferentes ambientes, até mesmo podem apresentar classes de solos diferentes. Enquanto os solos dos sistemas cultivados apresentam características mais semelhantes entre si. Observa-se estar ocorrendo uma pressão da seleção no processo de domesticação da espécie em relação ao ambiente natural.

O sistema de manejo floresta extrativa foi o sistema de produção de açaí-do-amazonas mais sustentável, tanto para a fertilidade do solo como para a nutrição das plantas de açaí nas condições estudadas.

## 5. REFERÊNCIAS

- ABREU, C.A.; LOPES, A.S.; GABRIELLI, G.C. Micronutrientes. In: NOVAES, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTURUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645- 736.
- ALFAIA, SS; UGUEN, K. Fertilidade e Manejo do solo. IN: MOREIRA, FMS; CARES, ZANETTI, R; STÜRMER, SL. O ecossistema solo. Componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Ed. UFLA. 2013.
- ALFAIA, S.S.; SILVA, N.M.; UGUEN, K.; NEVES, A.L.; DUPIN, B. Pesquisa participativa para recuperação da produtividade de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental: o caso do Projeto Reça, Nova Califórnia, RO. In: Porro R, editor. Alternativa Agroflorestal na Amazônia em Transformação. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; 2009. pp. 781-804.
- ALFAIA, SS; RIBEIRO, GA; NOBRE, AD; LUIZÃO, RC; LUIZÃO, FJ. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in Western Amazonia. *Agric Ecosyst Environ* 102:409–414. 2004.
- ARAÚJO, Jamayra Conceição. Adubação nitrogenada e fosfatada para produção de mudas de açaizeiro solteiro (*Euterpe precatoria* Mart.). Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Acre. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza. Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Produção Vegetal em parceria com a Embrapa Acre. Rio Branco, Acre, 2021. 112f.
- ATROCH, A.L.; NASCIMENTO FILHO, F. J.; RESENDE, M. D. V.; LOPES, R.; CLEMENT, C. R. Avaliação e seleção de progênies de meios-irmãos de guaranazeiro. *Rev. Ci. Agra.*, v.53, n.2, p.123-130, 2010. Doi: 10.4322/rca.2011.017
- BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. Micronutrientes. In: Bissani, C. A.; Gianello, C.; Tedesco, M. J.; Camargo, F. A. O. (Eds.) Fertilidade dos Solos e Manejo da Adubação de Culturas. Genesis, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2004. p. 221-237.
- BRADY, N. C.; WEIL, R.R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. Bookman, Porto Alegre. 2013.
- BRASIL, E.C.; NASCIMENTO, E.V.S.; ALENCAR SOBRINHO, R.J. Macronutrientes em diferentes partes de indivíduos de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) provenientes de populações nativas de municípios do estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009. Anais [...]. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009.
- Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/43701/1/2967.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2022.
- BREMMER, J.M. Nitrogen total. In: SPARKS, D.L. (Ed.). *Methods of soil analysis*. 3rd ed. Madson: Soil Science Society of America, p.1085-1121.1996.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; FREITAS, D. A. F. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 3, p. 613-622, 2011.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; PAULINO, H. B.; SALES, L. E. O.; VILELA, L. A. F. Atributos indicadores de qualidade em solos de cerrado no entorno do Parque Nacional das Emas, Goiás. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 29, n. 6, p.1857-1868, 2013.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. D.; REIS, E. F. D.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. D. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000100016>

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil: uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 277-289, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000200001>

COCHRANE, T. T.; SÁNCHEZ, L. G.; AZEVEDO, L. G.; PORRAS, J. A.; GARVER, C. L. Land in tropical América. CIAT.1985.

CONAB. Análise mensal, açaí fruto. Março. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/.../analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai>. Acesso em: 20 de setembro. 2021.

COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:323-332, 2008.

CUNHA NETO, Felipe Vieira; PEREIRA, Marcos Gervasio; LELES, Paulo Sérgio dos Santos; ABEL, Elton Luiz da Silva. Atributos químicos e físicos do solo em áreas sob diferentes coberturas florestais e pastagem em Além Paraíba–MG. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 13-24, jan. - mar. 2018.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831569>

DARNET, S.; SERRA, J. L.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. A high-performance liquid chromatography method to measure tocopherols in assai pulp (*Euterpe oleracea*). *Food Research International*, v. 44, n. 7, p. 2107-2111, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.039>

DEENIK, J.; ARES, A; R.S. YOST. Fertilization response and nutrient diagnosis in peach palm (*Bactris gasipaes*): a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56: 195–207, 2000.

DIAS, Françoan de Oliveira; PAULO, Richard Coelho; MAFRA, Rosana Zau. Diagnóstico para o reconhecimento do açaí de Codajás-Amazonas como indicação geográfica. *Revista Ingi – Indicação Geográfica e Inovação* Vol.6, n.1, p.1586-1608. 2022. ISSN: 2594-8288. DOI: 10.51722/Ingi.v6.i1.190.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds.). *Defining soil quality for a*



sustainable environment. Madison: Soil Science Society of America, (SSSA special publication, 35). 1994. p. 3-21.

EMBRAPA. Manual Métodos de análise de solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 230p. 2011.

FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I. "Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in Brazilian Amazonia," *Forest Ecology and Management*, vol. 108, no. 1-2, pp. 147–166, 1998.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Científica Symposium, Lavras*, v. 6, n. 2, p. 36-41 2008.

FONSECA, G. C. F, *Análise da Sobrevivência e Desenvolvimento de Mudas de Pau-Rosa (Aniba rosaeodora Ducke) em Clareiras Artificiais*. 80 p. 2007. Dissertação de Mestrado Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

FOY, C. D. Effects of aluminum on plant growth. In: Carson, E.W., ed. *The plant, root and its environment*. Charlottesville, University Press of Virginia. p.601- 642. 1974.

FREITAS, L.; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C; C.; OLIVEIRA, V. M. R. Atributos químicos de Latossolo Vermelho submetido a diferentes manejos. *Floresta*, v. 45, n. 2, p. 229-240, 2015.

GAMA, J. F. N. F.; KIEHL, J. C. Influência do alumínio de um podzólico vermelho amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa*, 23: 475-482. 1999.

GIROTTO, E.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; SANTOS, D. R.; SILVA, L. S.; LOURENZI, C. R.; LORENSINI, F.; VIEIRA, R. C. B.; SCHMATZ, R. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 34: 955-965.2010.

GOMES, Algenor da Silva; SILVA, Cláudio Alberto Souza; PARFITT, José Maria Barbat; PAULETTO, Eloy Antonio; PINTO, Luiz Fernando Spinelli. *Caracterização de indicadores da qualidade do solo, com ênfase às áreas de várzea do Rio Grande do Sul, Pelotas*: Embrapa Clima Temperado, 40p. - (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 169). 2006.

GOMIDE, Plínio Henrique Oliveira; SILVA, Marx Leandro Naves; SOARES, Cláudio Roberto Fonsêca Sousa. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambientes de voçorocas no município de Lavras – MG. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 35:567-577, 2011.

GONÇALVES, L. V. C. *O Manejo das Caiçaras Indígenas e seus Efeitos sobre as características Químicas e Físicas dos Solos do Lavrado de Roraima*, 2013. 81p. Dissertação (Mestrado). INPA, Manaus

IBGE. *Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS*. IBGE. 2020. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=series-historicas> Acesso em: fevereiro de 2022.

IBGE. População estimada. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3qGFwQO>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2022.

KANG, J.; THAKALI, K. M.; XIE, C.; KONDO, M.; TONG, Y.; OU, B.; GITTE, J.; MEDINA, M.B.; SCHAUSS, A.G.; WU, X. Bioactivities of açai (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. Food Chemistry 133: 671-677. 2012.

LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; GALVÃO, S. R. S.; LEMOS, J. O.; ELZANE, F. L.; SILVA, E. F. L. Soil organic carbon and biological indicators in an Acrisol under tillage systems and organic management in north-eastern Brazil. Australian Journal of Soil Research, v. 48, n. 3, p. 258-265, 2010.

LINDOLFO, Marcelo Morita; MATOS, Gilson Sérgio Bastos; PEREIRA, Wendel Valter da Silveira; FERNANDES, Antonio Rodrigues. Productivity and nutrition of fertigated açai palms according to boron fertilization. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal. v. 42, n. 2: (e-601). 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452020601>. ISSN 0100-2945.

LEMOES, R. C.; SANTOS, R. D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 84 p. 1996.

LUIZÃO, F. J. "Litter production and mineral element input to the forest floor in a Central Amazonian forest," GeoJournal, vol. 19, no. 4, pp. 407-417, 1989.

MACÍA, M.J.; ARMESILLA, P.J.; CÁMARA-LERET, R.; PANIAGUA-ZAMBRANA, N.; VILLALBA, S.; BALSLEV, H.; PARDO-DE-SANTAYANA, M. Palm Use in Northwestern South America: A Quantitative Review. Bot. Rev. 77: 462-570. 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba: Potafos, 1997. 329p.

MARINHO, P. T.; RIBEIRO, A. B. Os açazeiros de Codajás: as especificidades do rural e do urbano nos municípios da calha do Rio Solimões-Amazonas. 2009. In: XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária, São Paulo vol. único: 1-15

MARQUES, J.J.; TEIXEIRA, W.G.; SCHULZE, D.G.; CURI, N. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. Clay Mineralogy v. 37, p. 651-661, 2002.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 3rd ed. San Diego: Academic, 2012. 649p.

MARTINS, Paula Cristina Caruana; DIAS JUNIOR, Moacir de Souza; AJAYI, Ayodele Ebenezer; MOREIRA, Fátima Maria de Souza. Structural sustainability of cambisol under different land use system. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v.36(6), pp.1724-1732. 01 December 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000600006>

MATOS, Claudia Blair; SAMPAIO, Paulo; RIVAS, Alexandre A. F; MATOS, João C.S; HODGES, Donald G. Economic profile of two species of Genus *Euterpe*, producers of acai fruits, from the Pará and Amazonas States – Brazil. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)* Vol-2, Issue-4, July-Aug- 2017.

<http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/2.4.46> ISSN: 2456-1878

[www.ijeab.com](http://www.ijeab.com) Page | 1822

MENEZES, Ellen Mayra da Silva; TORRES, Amanda Thiele; SRUR, Armando Ubirajara Sabaa. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Acta Amazônica*, vol. 38(2) 2008: 311 – 316.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; FERNANDES, F. F.; DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMAS, J.M. de; LOPES, A. S.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 3: 209-248. 2003.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N.K. Soil chemical attributes of Amazonas State, Brazil. 2009. *Commun Soil Sci Plant Anal* 40:1–14. doi:10.1080/00103620903175371.

MOREIRA, A.; MORAES, L.A.C.; ZANINETTI, R.A.; CANIZELLA. B.T. 2013. Phosphorus Dynamics in the Conversion of a Secondary Forest Into a Rubber Tree Plantation in the Amazon Rainforest. *Soil Science* 178(11):618-625. DOI: [10.1097/SS.000000000000025](https://doi.org/10.1097/SS.000000000000025)

OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C; C.; FREITAS, L; SOARES, M. D. R. Caracterização de solos sob diferentes usos na região sul do Amazonas. *Acta Amazonica*, v. 45, n. 1, p. 1-12, 2015.

MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egypt J. Gen. Cytol.*, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978.

PINHO, R. C.; MILLER, R. P.; ALFAIA, S. S. Agroforestry and the Improvement of Soil Fertility: A View from Amazonia. *Applied and Environmental Soil Science*. 2012: 1-11.

PINHO, R.C.; ALFAIA, S.S.; MILLER, R.P.; UGUEN, Katell.; MAGALHÃES, L.D.; AYRES, M.; FREITAS, V.; TRANCOSO, R. Islands of fertility: Soil improvement under indigenous homegardens in the savannas of Roraima, Brazil. *Agroforest Syst* 81:235–247. DOI 10.1007/s10457-010-9336-5. 2011.

PINTO, F. R. Análise produtiva de sistemas agroextrativistas de Açaí-da-mata (*Euterpe precatoria* Mart.) na Amazônia central. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas. 2018. 152 p.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D.V.; COSTA, L.M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. *R. Bras. Ci. Solo*, 34:575-585, 2010.

POTT, Cristiano Andre; ZERBIELLI, Luiz Carlos; MARTINS, Patrikk John; GARDIN, Edson; GARCIA, Marcos Leandro. Qualidade física do solo em sistemas florestais, pecuários

e integrados de produção. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, Guarapuava-PR, v.10, n.2 p.53-60, 2017.

DOI: 10.5935/PAeT.V10.N2.05

PRIMAVESI, A., *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*, Nobel, Sao Paulo, Brazil, 2002.

PRIMAVESI, A. “A fertilidade do solo,” *Agroecologia Hoje*, vol. 8, article 5, 2001.

RESENDE, MARCOS D.V. *O Software Selegen-Reml/Blup*. Embrapa- Campo Grande, 2006.

RESENDE, M.D.V. *Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

RIBEIRO, Felipe O.; FERNANDES, Antônio R.; MATOS, Gilson S. B.; LINDOLFO, Marcelo M.; GUEDES, Rafael S.; RODRIGUES, Grazielle R. Spatial variability in leaf analysis and productivity of fertirrigated açai. *Eng. Agric.*v40n6p800-808. 2020a.

Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430>.

RIBEIRO, Felipe Oliveira; FERNANDES, Antônio Rodrigues; GALVÃO, Jessivaldo Rodrigues; MATOS, Gilson Sérgio Bastos; LINDOLFO, Marcelo Morita; SANTOS, Cássio Rafael Costa; PACHECO, Mauro Junior Borges. DRIS and geostatistics indices for nutritional diagnosis and enhanced yield of fertirrigated acai palm. *Journal of Plant Nutrition*, 2020b.

DOI:10.1080/01904167.2020.1750643,<https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1750643>

RICKLEFS, R.E. *A Economia da Natureza*, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brazil, 3rd edition, 1996.

SALIM, M. V.C.; MILLER, R. P.; TICONA-BENAVENTE, C.A.; VAN LEEUWEN, J.; ALFAIA, S.S. 2017. Soil fertility management in indigenous homegardens of Central Amazonia, Brazil. *Agroforest Syst* DOI 10.1007/s10457-017-0105-6

SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo - Ecossistemas Tropicais e Subtropicais*. Genesis, Porto Alegre. 491pp. 1999.

SARRUGE, J. R; HAAG, H. P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba: ESALQ. p. 56 1974.

SILVA, Eleano Rodrigues; AYRES, Marta Iria da Costa; NEVES, Acácia Lima; UGUEN, Katell; OLIVEIRA, Luiz Antônio; ALFAIA, Sonia Sena. Organic Fertilization with Residues of Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) and Inga (*Inga edulis*) for Improving Soil Fertility in Central Amazonia. *Organic Fertilizers*.1ed.: IntechOpen, 2021, v. p. 1-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.100423>

SILVA, F.C. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*, 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2009. 627 p.

SILVA JÚNIOR. José Itabirici de Souza. *Socioeconomia e qualidade do solo em áreas nativas e cultivadas com açaizeiros no Estado do Pará*. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa

de Pós-graduação em Agronomia. Campus Universitário de Belém. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2019. 74 f.

SIQUEIRA, Jhassem Antônio Silva; PEREIRA, Henrique dos Santos; SILVA, Suzy Cristina Pedroza; RICART, Maria Luiza de Azambuja Midosi Caracterização agroecológica de sistemas tradicionais de produção do açaí (*euterpe spp.*) em Carauari, no médio rio Juruá, estado do Amazonas. *Revista Brasileira de Agroecologia*. Vol. 16, Nº 2. | p.156-168. 2021.

DOI: 10.33240/rba.v16i2.23200. ISSN: 1980-9735.

SIQUEIRA, J. A. S. A cadeia de valor do açaí: uma estratégia sistêmica na conservação dos agroecossistemas amazônicos no município de Carauari-AM. Teses (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) Universidade Federal do Amazonas. 238 p. 2018.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; CARNEIRO, M. A. C.; MARTINS, A. P.; BAYER, C. Soil quality indicators in a Rhodic Paleudult under long term tillage systems. *Soil and Tillage Research*, v. 139, p. 28-36, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2014.02.001>

SWIFT, M.J.; WOOMER, P.L. Organic Matter and the Sustainability of Agricultural Systems: Definition and Measurement. In: MULONGOY, K.; MERCKX, R. Eds., *Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture*, IITA, Leuven, 3-18. 1993.

TRACY, B. F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. *Crop Science*, Madison, v. 48, n. 3, p. 1211-1218, 2008.

<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2007.07.0390>

TEIXEIRA, W.G.; CRUZ, M.E.G.; LIMA, H. N.; CORREIA, M. R. D.; SOARES, C. B. Mapa de solos do município de Codajás -AM. Mapa de solos compilado da base do SIPAM, escala compatível 1:250.000. 2006 DOI: 10.13140/RG.2.2.12186.64963. Acessado em 23 de junho de 2019.

[https://www.researchgate.net/publication/315311744\\_Mapado\\_municipio\\_de\\_Codajas\\_-\\_AMrightN.00052763](https://www.researchgate.net/publication/315311744_Mapado_municipio_de_Codajas_-_AMrightN.00052763)

VELOSO, C.A.C.; BOTELHO, S.M.; VIÉGAS, I.J.M.; RODRIGUES, J.E.L.F. Amostragem e diagnose foliar. In: BRASIL, E.C.; CRAVO, M.S.; VIÉGAS, I.J.M. (ed.). *Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará*. Brasília: Embrapa, 2020. p. 65-72.

VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos; MULLER, Antônio Agostinho; COSTA, Milton Garcia; FERREIRA, Eric Victor de Oliveira; PINHEIRO, Daniel Pereira; CAMPOS, Pedro Silvestre da Silva. Determination of the standard leaf for nutritional diagnosis of assai palm plants. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal, 2022, v. 44, n. 3: (e-078).

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452022078>. ISSN 0100-2945.

VIÉGAS, I.J.M.; FRAZÃO, D.A.C.; THOMAZ M.A.A.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; PINHEIRO, E. Limitações nutricionais para o cultivo de açaizeiro em latossolo amarelo textura média, Estado do Pará. *Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal - SP*, v. 26, n. 2, p. 382-384. 2004.

VILLANI, FT; RIBEIRO, GAA; VILLANI, EMA; TEIXEIRA, WG; MOREIRA, FMS; MILLER, R; ALFAIA, SS Microbial Carbon, Mineral-N and Soil Nutrients in Indigenous

Agroforestry Systems and Other Land Use in the upper Solimões Region, Western Amazonas State, Brazil. *Agricultural Sciences*, 8, 657-674. 2017. <http://www.scrip.org/journal/as> ISSN Online: 2156-8561 ISSN Print: 2156-8553.

WADT, L. H.O.; RIGAMONTE-AZEVEDO, O.C.; FERREIRA, E.J. L.; CARTAXO, C.B.C. Manejo de açaí solteiro (*Euterpe precatoria* Mart.) para produção de frutos. Rio Branco, AC: Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar. 2004. Documento Técnico - Sefprof 02.

WANDELLI, E.V.; FERREIRA, F.; SOUZA, G.F.; SOUZA, S.G.A.; EKM, F. Exportação de nutrientes de sistemas agroflorestais através de colheitas. O valor dos resíduos dos frutos amazônicos. In: Anais do VI Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 25-28, outubro. 2002; Ilhéus, BA, Brasil. SBSAF 2002. Anais de congresso. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/672115/1/7028.pdf>

WOODS, W.I. Development of anthrosol research. In: Lehmann J, Kern D, Glaser B (eds) Amazonian Dark Earths: origin, properties, management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 3–14. 2003.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.19, p.1467-1476, 1988. DOI: 10.1080/00103628809368027.

YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; SILVA-FILHO, D.F.; YUYAMA, K.; VAREJÃO, M.J.; FÁVARO, D.I.T.; VASCONCELLOS, M.B.A.; PIMENTEL, S.A.; CARUSO, M.S.F. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. *Acta Amazônica*, vol.41, n.4, Manaus. 2011.

### **CAPÍTULO III**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM OS NÍVEIS DE CARBONO ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DO MANEJO DOS AGROECOSSITEMAS DO AÇAÍ-DO-AMAZONAS EM CODAJÁS**

MANAUS - AM  
2022

### **CAPÍTULO III: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM OS NÍVEIS DE CARBONO ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DO MANEJO DOS AGROECOSSISTEMAS DO AÇAÍ-DO-AMAZONAS EM CODAJÁS**

#### **RESUMO**

A espécie *Euterpe precatoria* é bastante abundante e encontrada em populações naturais, em Codajás, no Amazonas. Devido à grande demanda pelos frutos do açaí, há um aumento da produção, seja mediante coleta em áreas extrativas e/ou pela expansão de seu cultivo. Tornando-se necessário, práticas de manejo mais adequadas para assegurar a sustentabilidade dos sistemas produtivos. O objetivo deste foi avaliar a qualidade do solo através de atributos físicos e sua relação com os níveis de carbono orgânico do solo nos diferentes sistemas de manejos do açaí-do-amazonas. Foram coletadas amostras de solo compostas, em janeiro e fevereiro de 2022, na profundidade de 0-10-cm, as quais foram utilizadas para a determinação das análises granulométricas e determinação do carbono orgânico do solo (COS). Coletou-se amostras indeformadas com Anel de Kopeck de volume conhecido, e posteriormente foram secas em estufa por 24 h a 105°C e pesadas. Após pesagem foi calculada a densidade do solo (Ds). A partir dos dados de areia total (At) e densidade do solo (Ds), foram estimadas a densidade máxima do solo (Dsmax) e densidade relativa (Dsrel). Foi estimada a porosidade total (PT) e o estoque de carbono no solo (ESTC). A análise de variância foi realizada considerando o modelo entre e dentro de tratamentos que é similar a análise em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 sistemas de manejo (floresta extrativa, floresta manejada, monocultivo e consórcio) e quatro repetições. Para o resultado da análise granulométricas foi realizada análise estatística descritiva (média, mediana, valores mínimos e máximos, variância, desvio padrão, erro padrão e coeficiente de variação) usando o programa PAST 4.11. Os atributos físicos do solo, COS e ESTC do solo, as médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5%. Foram realizadas análises de correlação e análise de componentes principais (PCA). A avaliação da sustentabilidade foi realizada utilizando o índice de Mulamba-Rank. Observou-se uma grande variação no teor das partículas areia, silte e argila e na classe textural dos solos dos sistemas de açaizais avaliados, principalmente nos sistemas nativos, sugerindo que estão localizados em diferentes ambientes. Não foram observadas diferenças significativas para os atributos físicos, COS e ESTC entre os solos dos sistemas de açaí avaliados. Os valores para Ds, Dsmax, e PT encontraram-se dentro de valores considerados adequados, com exceção Dsrel que foi diferente aos encontrados na literatura, apresentando valores bem menores. O teor de COS foi considerado adequado e apresentou correlação positivas com a PT e negativa com a Ds e Dsrel. O ESTC foi similar entre os sistemas avaliados. Esses resultados demonstram que os solos dos sistemas avaliados apresentam boas características físicas. Conclui-se que nos sistemas de manejo do açaí-do-amazonas os solos apresentam grande variabilidade em relação aos teores de partículas do solo e classe textural, porém com maior teor para a fração silte e classe mais recorrente é a franco-siltosa. Está ocorrendo uma pressão da seleção no processo de domesticação da espécie em relação ao ambiente natural. O sistema de manejo mais sustentável foi a floresta extrativa para os atributos físicos do solo, COS e ESTC, sugerindo que a quantidade de serrapilheira, a ciclagem de nutrientes, além do manejo da matéria orgânica, a maior densidade de raízes e da diversidade de espécies podem estar contribuindo para a manutenção e melhoria desse sistema de produção de frutos do açaí-do-amazonas, em Codajás.

**Palavras-chave:** Propriedades físicas do solo, qualidade do solo, *Euterpe precatoria*, carbono orgânico.



### CHAPTER III: ASSESSMENT OF PHYSICAL SOIL QUALITY AND ITS RELATIONSHIP WITH ORGANIC CARBON LEVELS AS A FUNCTION OF THE MANAGEMENT OF AÇAÍ-DO-AMAZONAS AGROECOSYSTEMS IN CODAJÁS

#### ABSTRACT

. The *Euterpe precatoria* species is quite abundant and found in natural populations in Codajás, Amazonas. Due to the great demand for açai fruits, there is an increase in production, either through collection in extractive areas and/or through the expansion of its cultivation. It becomes necessary, more appropriate management practices to ensure the sustainability of production systems. The objective of this study was to evaluate soil quality through physical attributes and its relationship with soil organic carbon levels in different management systems of the açai-do-amazonas. Composite soil samples were collected in January and February 2022, at a depth of 0-10-cm, which were used for the determination of granulometric analyzes and determination of soil organic carbon (COS). Undisturbed samples were collected with a Kopeck Ring of known volume, and then they were dried in an oven for 24 h at 105°C and weighed. After weighing, the soil density (Ds) was calculated. From the total sand (At) and soil density (Ds) data, the maximum soil density (Dsmax) and relative density (Dsrel) were estimated. Total porosity (PT) and soil carbon stock (ESTC) were estimated. The analysis of variance was performed considering the model between and within treatments, which is similar to the analysis in a completely randomized design (DIC), with 4 management systems (extractive forest, managed forest, monoculture and intercropping) and four replications. Descriptive statistical analysis (mean, median, minimum and maximum values, variance, standard deviation, standard error and coefficient of variation) was performed for the result of the granulometric analysis, using the PAST 4.11 program. The physical attributes of the soil, COS and ESTC of the soil, the averages were submitted to analysis of variance and compared by the Tukey test at the level of 5%. Correlation analyzes and principal component analysis (PCA) were performed. The sustainability assessment was performed using the Mulamba-Rank index. There was a great variation in the content of sand, silt and clay particles and in the textural class of the soils of the evaluated açai systems, mainly in the native systems, suggesting that they are located in different environments. No significant differences were observed for the physical attributes, COS and ESTC between the soils of the evaluated açai systems. The values for Ds, Dsmax, and PT were found within the values considered adequate, with the exception of Dsrel, which was different from those found in the literature, presenting much lower values. The COS content was considered adequate and showed a positive correlation with PT and a negative correlation with Ds and Dsrel. The ESTC was similar between the evaluated systems. These results show that the soils of the evaluated systems have good physical characteristics. It is concluded that in the management systems of the açai-do-amazon the soils present great variability in relation to the soil particle content and textural class, however with a higher content for the silt fraction and the most recurrent class is the silty loam. There is a selection pressure in the process of domestication of the species in relation to the natural environment. The most sustainable management system was the extractive forest for the physical attributes of the soil, COS and ESTC, suggesting that the amount of litter, the cycling of nutrients, in addition to the management of organic matter, the greater density of roots and the diversity of species may be contributing to the maintenance and improvement of this system of production of fruits of the açai-do-amazonas, in Codajás.

**Keywords:** Soil física properties, soil qalyti, *Euterpe precatoria*, organic carbono.

## 1. INTRODUÇÃO

A floresta amazônica abriga diversas espécies frutíferas, dentre elas o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart), que é também um produto florestal não madeireiro (PFNM), com potencial agrônomo, tecnológico, nutricional e econômico (YUYAMA et al., 2011).

Nas últimas décadas, houve um crescimento da demanda do açaí no mercado nacional e internacional (MACÍA et al. 2011; MATOS et al., 2017). principalmente devido ao seu valor nutracêutico, face ao seu rico conteúdo de antocianinas, com capacidade antioxidante e anti-inflamatória (DARNET et al., 2011; KANG et al., 2012; MATOS et al., 2017). Essa demanda fez com que o açaí se tornasse uma das mais promissoras alternativas de geração de renda sustentável para comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira (MACÍA et al., 2011). Como reflexo, as exportações começaram a ser significativas e vêm crescendo a um ritmo acelerado desde então (SIQUEIRA et al., 2021).

O fruto do açaí vem, ao longo dos séculos, compondo uma parte fundamental da dieta local e uma importante referência cultural para grande parte da população amazônica. O açaí é, tradicionalmente, consumido como bebida preparada com polpa fresca diluída em água que, na região, é chamado de "vinho" (não alcoólico) de açaí. A maior parcela da produção e do consumo brasileiro permanece no estado do Pará, no entanto, outros estados como Amazonas e Amapá também produzem e consomem significativas quantidades (PEGLER, 2015; SIQUEIRA et al., 2021).

Nesse contexto, o açaí-do-amazonas representa um grande potencial econômico para as comunidades extrativistas da Amazônia brasileira, e o aumento da produção oriunda de populações naturais é evidente. Contudo, torna-se necessário que técnicas de manejo adequadas sejam definidas para se assegurar a sustentabilidade dos sistemas produtivos (WADT et al., 2004).

Em Codajás, no estado do Amazonas a espécie *E. precatoria* (açaí-do-amazonas) é uma espécie bastante abundante e encontrada em populações naturais na região. No entanto, devido à grande demanda pelo seu fruto há um aumento da produção seja mediante coleta em áreas extrativas, bem como pela expansão de seu cultivo. Assim o manejo da espécie tem sido intensificado, tanto pela coleta em áreas de açazais nativos (matas nativas), bem como pelo cultivo em novas áreas seja em consórcios ou monocultivos.

Ademais, para a avaliação de diferentes sistemas de manejos do açaí-do-amazonas e o monitoramento da qualidade do solo, torna-se necessário uma combinação de indicadores que sirvam de base para o estudo da sustentabilidade desses sistemas produtivos, como os que vêm sendo praticados pelas comunidades extrativistas e pequenos agricultores, no município de Codajás.

Desta forma, a avaliação das alterações ocorridas nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, em função do uso e manejo dos sistemas de produção, assume grande importância prática, uma vez que o entendimento das modificações ocorridas, decorrentes do seu cultivo, pode fornecer elementos para produção em bases mais sustentáveis (COSTA et al., 2008; PORTUGAL et al., 2010).

O uso inadequado do solo tem ocasionado à degradação de seus atributos físicos, químicos e biológicos como, a desestruturação e compactação, redução da fertilidade, perda da matéria orgânica e diminuição da diversidade e quantidade de organismos no solo (LEITE et al., 2010). O sistema de manejo, quando adotado de forma incorreta pode ocasionar à degradação física, química e biológica do solo, principalmente na ausência de cobertura vegetal (SILVA et al., 2019).

Sistemas de manejo que permitem um aumento no fornecimento de resíduos orgânicos e melhoram a cobertura do solo, contribuem para o aumento da matéria orgânica do solo (TRACY; ZHANG, 2008; CARVALHO et al., 2010). Bem como, sistema de manejo que promovem a manutenção de resíduos de plantas no solo e preservam a estrutura da superfície do solo contribuem para melhorias significativas dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (CARVALHO et al., 2010; CARNEIRO et al., 2013).

A ocupação e o manejo agrícola provocam alterações nos atributos físicos do solo (POTT et al., 2017). A qualidade física do solo influencia a qualidade química e biológica do solo, além do que, segundo Cunha et al. (2012), os atributos físicos são mais sensíveis em detectar mudanças na qualidade do solo.

Os indicadores físicos refletem primariamente limitações ao crescimento radicular, à emergência das plântulas, à infiltração e ou movimento da água no interior do perfil do solo e à disponibilidade de água às plantas (CUNHA NETO et al., 2018; GOMES et al., 2006). Muitos atributos físicos do solo têm sido utilizados para quantificar as alterações provocadas pelos diferentes sistemas de manejo, ou até mesmo, como indicadores da qualidade do solo. Os indicadores físicos estão relacionados ao arranjo das partículas e do espaço poroso do solo, entre eles estão à densidade e a textura (CUNHA NETO et al., 2018; GOMES et al., 2006).

A densidade do solo é um atributo físico extremamente relacionado com a porosidade do solo e que reflete o arranjo de partículas do solo, compreendendo os espaços dentro e entre os agregados e que é muito útil para ressaltar variações influenciadas por práticas de manejo sobre o ecossistema solo em função do tempo (CUNHA NETO et al., 2018; GOMES et al., 2006).

O C orgânico do solo (CO) não é propriamente uma propriedade física do solo, mas influência direta e indiretamente a maioria delas (CARDOSO et al., 1992; SILVA et al., 2019). O carbono orgânico é um dos atributos utilizados como indicador de qualidade do solo e destaca-se diante dos demais atributos, por ser um dos mais sensíveis as mudanças de manejo do solo (SILVA et al., 2019).

Entre os indicadores de qualidade do solo relacionados as variações e formas de carbono no solo, destaca-se o estoque de carbono, em função de sua grande importância na avaliação da sustentabilidade dos sistemas de produção, pois, a depender do sistema de manejo adotado, os seus teores podem permanecer estáveis, aumentar ou diminuir em relação as áreas onde não há interferência de ordem antrópica (NANZER et al., 2019; SILVA et al., 2019).

Portanto, o monitoramento das alterações ocorridas nos atributos de solo em agroecossistemas, condicionadas pelos diferentes sistemas e práticas de manejo, é essencial para definir e traçar estratégias com menores impactos ao meio ambiente (CHERUBIN et al., 2015).

O objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade física do solo em diferentes agroecossistemas do açaí-do-amazonas, através de alguns atributos físicos e sua relação com os níveis de C orgânicos do solo

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado no município de Codajás, localizado no estado do Amazonas, Brasil, situada à margem esquerda do rio Solimões, nas coordenadas geográficas: 3° 50' 14" Sul, 62° 3' 27" Oeste (Figura 1). O clima é equatorial, classificado com "Af" (Köppen), sendo quente e úmido, com ocorrência de chuvas no decorrer do ano. A temperatura média anual é de 27,5° C. O declínio de temperatura ocorre nos meses de junho/julho. As chuvas ocorrem no período de outubro a junho. O relevo é plano, com leve ondulação, contendo planícies aluviais (várzeas) periodicamente inundadas, composta de sedimentos aluvionares e margosos do período

quaternário e contendo os mais produtivos biótipos pesqueiros, fornecendo extensa área de águas e diversidade de “habitat” com intensa atividade e altas taxas de produtividade biológica. Codajás possui área territorial de 18.700,713 km<sup>2</sup>, população estimada de 29.691 pessoas e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0.563, considerado baixo (IBGE, 2022).

Segundo Teixeira et. al. (2007), as classes de solos presentes no município de Codajás são Gleissolo, Pintossolo, Argissolo e Espodossolo.

Os dados foram obtidos a partir de uma amostragem constituída por 15 propriedades rurais que atuam na produção/extração de açaí, localizadas nos ramais São José e Moady (seringal nativo) e ao longo da estrada Codajás/Anori, entre os KM 2 e 22 no município de Codajás-AM. Segundo Dias; Paulo; Mafra (2022), a área geográfica que se tornou conhecida pela extração/produção de açaí em Codajás, ocorre principalmente nos ramais do Retiro, Moady, Araçá, Miuá e na estrada Ozires Monteiro, que liga Codajás a Anori. De acordo com Marinho e Ribeiro (2009), as principais áreas de produção de açaí no município estão localizadas próximo a cidade, em sítios da estrada Codajás/Anori e nos ramais próximos.

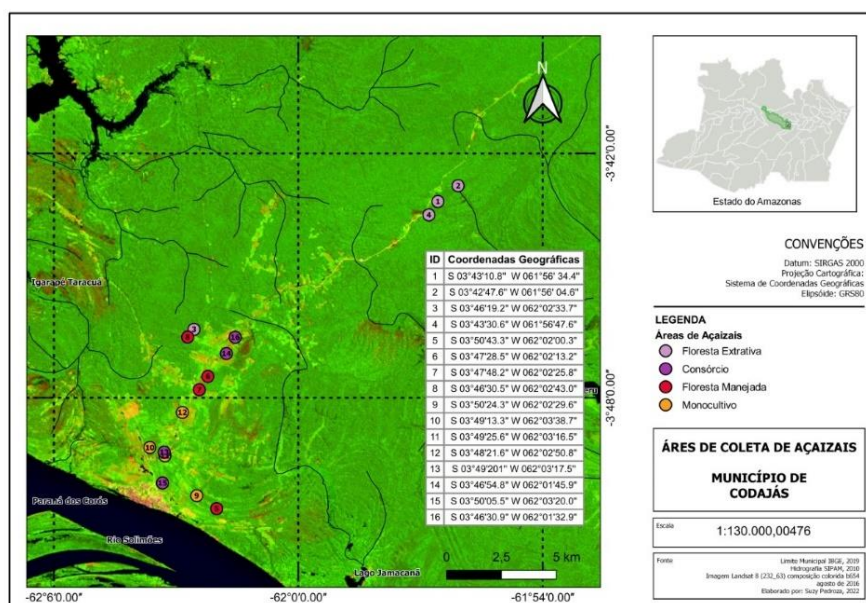


Figura 1 - Mapa das áreas de coleta de *Euterpe precatoria* Mart. do município de Codajás, no Estado do Amazonas.

Fonte: Silva, S. C. P (2022).

## 2.2. Coleta de solo e análises físicas e do carbono orgânico

Foram avaliados 4 tipos de sistemas de manejo e produção do açaí-do-amazonas que são praticados pelo agroextrativistas de Codajás: floresta extrativa (em uma das propriedades

foram avaliadas duas áreas de extração), floresta manejada, monocultivo e consórcio. A descrição desses sistemas de manejo encontra-se no capítulo II.

Dentro de cada sistema foram delimitadas 4 parcelas, constituídas de uma área de 30 x 20 m (600m<sup>2</sup>) cada, a qual foi dividida em 3 subparcelas de 10 x 20 m distribuídas aleatoriamente nos diferentes sistemas de manejo. Em cada área avaliada, nos diferentes sistemas de manejo do açaí, foram coletadas as amostras de solo, na camada de 0-10 cm de profundidade, com auxílio de um trado holandês, efetuadas entre janeiro e fevereiro de 2022. Foram coletadas 5 amostras simples dentro de cada subparcela para formarem as amostras compostas. Foram separado aproximadamente 500 g de cada amostra composta, as quais foram devidamente identificadas e levadas ao Laboratório Temático de Solo e Planta do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (LTSP/INPA), campus V-8, Manaus-AM. Elas foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm formando as amostras terra fina seca ao ar (TFSA) e utilizadas para realização da análise granulométrica e carbono orgânico (CO) de acordo com Embrapa (2011).

A análise granulométrica foi determinada através da textura dos solos pelo método da dispersão rápida, segundo metodologia descrita em Embrapa (2007). Foi usado o Triângulo Textural Americano adaptado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (LEMOS; SANTOS, 1996). A Classificação Textural dos Solos classifica os solos a partir das proporções de areia, silte e argila, conforme o diâmetro:

Areia – Partículas do solo com diâmetro entre 2 e 0,06 mm

Silte – Partículas do solo com diâmetro entre 0,06 e 0,002 mm

Argila – Partículas do solo com diâmetro menor que 0,002 mm.

O carbono orgânico do solo (COS), foi determinado pelo método Walkley-Black por oxidação a quente com dicromato de potássio (YEOMANS; BREMNER, 1988; EMBRAPA, 2011).

A coleta das amostras para a determinação da densidade do solo (Ds) foi realizada entre janeiro e fevereiro de 2022, foram coletadas três amostras de solo indeformadas dentro de cada parcela (uma em cada subparcela), na profundidade de 0-10 cm, utilizando Anel de Kopeck de volume conhecido. O solo foi pesado e transferido para saco plástico devidamente identificado e levado ao laboratório do INPA, onde foi seco em estufa por 24 h a 105°C, em recipiente previamente tarado, para obtenção do peso seco. Após a secagem, foi determinada a massa do solo e calculada a densidade aparente (Ds) de acordo com a metodologia descrita em Embrapa (2011), conforme a seguinte equação:

$$D_s = m_s/v_a \quad (1)$$

Em que:

$D_s$  = densidade do solo;

$m_s$  = massa do solo;

$v_a$  = volume do anel.

A partir dos dados de areia total ( $A_t$ ) e densidade do solo ( $D_s$ ), foram estimadas a densidade máxima do solo ( $D_{smax}$ ) e densidade relativa ( $D_{srel}$ ) através dos seguintes cálculos, conforme Stolf et al. (2011).

$$D_{smax} = 1,490 + (0,456 \times A_t) \quad (2)$$

$$D_{srel} = (D_s/D_{smax}) \times 100 \quad (3)$$

A porosidade total (PT) do solo foi estimada através da equação 4, onde o valor 2,65 foi utilizado por ser o valor médio de densidade de partículas, de acordo com Embrapa (1997).

$$PT = 1 - (D_s/2,65) \quad (4)$$

O estoque de carbono (ESTC) no solo foi determinado utilizando-se os valores médios de CO. O estoque de carbono foi calculado com a seguinte expressão:

$$ESTC = \text{Teor de C} \times D_s \times e, \quad (5)$$

que:

$D_s$  = a densidade do solo em  $Mg^{m^{-3}}$ , determinada pelo método do anel volumétrico.

$e$  = a espessura da camada.

### 2.3. Análises dos dados

A análise de variância foi realizada considerando o modelo entre e dentro de tratamentos que é similar a análise em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 sistemas de manejo (floresta extrativa, floresta manejada, monocultivo e consórcio) e quatro repetições.

Para os dados do tamanho das partículas do solo e classe textural, a 0-10 cm de profundidade, foi realizada análise estatística descritiva (média, mediana, valores mínimos e máximos, variância, desvio padrão, erro padrão e coeficiente de variação). Para verificar se os dados estavam normalmente distribuídos, o teste de Shapiro-Wilk foi usado a 5% de significância, utilizando o Programa estatístico PAST 4.11 (HAMMER et al., 2001).

Os dados dos atributos físicos do solo, COS e ESTC do solo, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5%, no programa SISVAR 5.8. (FERREIRA, 2008). Para verificar se os dados estavam normalmente distribuídos, o teste de Shapiro-Wilk foi usado a 5% de significância. Coeficientes de correlação linear, também foram calculados em 5% de significância, utilizando o Programa estatístico PAST 4.11 (HAMMER et al., 2001).

Com os dados médios dos atributos físicos, COS e ESTC do solo, foi realizada a análise multivariada de componentes principais (PCA), para visualizar a relação entre os sistemas de manejo de açazais nativos e plantados e os atributos físicos do solo, utilizando o Programa estatístico PAST 4.11 (HAMMER et al., 2001).

### **2.3.1 Avaliação da sustentabilidade dos atributos físicos, COS e ESTC dos sistemas do açai-do-amazonas através do Índice de seleção de Mulamba-Rank**

A partir dos resultados obtidos nas análises dos atributos físicos (Ds, Dmax, Drel, PT), análises granulométricas do solo (areia, silte e argila), COS e ESTC, a 0-10 cm de profundidade, foi realizada uma correlação entre estas variáveis, de modo a determinar qual sistema de manejo foi o mais sustentável. Foi realizada a análise com o índice de seleção Mulamba-Rank (RESENDE, 2002), adaptado de Mulamba; Mock (1978), em que os tratamentos são classificados para cada variável e a média dos rankings de cada tratamento para todas as variáveis são apresentadas como resultado. O índice de seleção envolvendo vários caracteres, foi proposto por Mulamba; Mock (1978), e permite classificar os sistemas de manejo em relação a cada uma das variáveis analisadas (ATROCH et al., 2010; FONSECA, 2007), em ordem favorável de sustentabilidade, de acordo com os resultados obtidos. Para o cálculo do índice de sustentabilidade entre variáveis, foi utilizado o programa Software Selegen-Re/ml/Blup (RESENDE, 2006).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Distribuição do tamanho das partículas e classe textural do solo**

A tabela 1 apresenta os resultados do tamanho das partículas do solo e classe textural, a 0-10 cm de profundidade, de áreas avaliadas de açazais nativos e cultivados, no município de Codajás-AM. Observa-se uma grande variação no teor de partículas areia, silte e argila e na classe textural dos solos dos sistemas de açazais avaliados, apresentando valores de coeficiente de variação elevados para os teores de areia e argila (Tabela 2). As áreas de sistema manejo



floresta extrativa apresentaram classe textural franco-arenosa, argilo-siltosa e franco-siltosa, com teores de areia variando entre 8 e 676 g kg<sup>-1</sup> TFSA, silte entre 266 e 585 g kg<sup>-1</sup> TFSA e argila entre 58 e 436 g kg<sup>-1</sup> TFSA. Nos solos do sistema floresta manejada apresentaram classes textural franco-siltosa e argilo-siltosa, com variação entre 8 e 268 g kg<sup>-1</sup> TFSA, silte entre 509 e 779 g kg<sup>-1</sup> TFSA e argila entre 146 e 447 g kg<sup>-1</sup> TFSA. Observa-se uma menor variação na distribuição de partículas e classe textural, em relação as áreas de açazais do sistema floresta extrativa (Tabela 1).

Os solos dos sistemas cultivados monocultivo e consórcio apresentaram classe textural entre franco-siltosa e franca, havendo uma menor variação da classe textural nesses sistemas, apresentando teores de areia com variação entre 157 e 331 g kg<sup>-1</sup> TFSA, silte entre 468 e 624 g kg<sup>-1</sup> TFSA e argila entre 115 e 248 g kg<sup>-1</sup> TFSA.

Esses resultados demonstram menores variações na distribuição do tamanho das partículas e classe textural dos solos dos sistemas de açazais cultivados monocultivo e consórcio agroflorestal, em relação aos sistemas nativos floresta extrativa e floresta manejada (Tabela 1). No entanto, a classe textural mais recorrente dos solos dos açazais, em Codajás, foi a franco-siltosa com maiores concentrações para a fração silte (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição do tamanho das partículas e classe textural do solo dos sistemas de produção de açai nativos e cultivados, em Codajás-AM (n=16).

Sistemas de manejo	Areia	Silte	Argila	Classe textural
	----- g kg <sup>-1</sup> TFSA -----			
0-10 cm de profundidade				
Floresta extrativa	676	266	58	Franco-arenosa
Floresta extrativa	529	392	79	Franco-arenosa
Floresta extrativa	8	556	436	Argilo-siltosa
Floresta extrativa	292	585	122	Franco-siltosa
Floresta manejada	268	509	223	Franco-siltosa
Floresta manejada	74	779	146	Franco-siltosa
Floresta manejada	104	746	149	Franco-siltosa
Floresta manejada	7	546	447	Argilo-siltosa
Monocultivo	276	501	223	Franco-siltosa
Monocultivo	325	468	208	Franca
Monocultivo	248	617	135	Franco-siltosa
Monocultivo	323	562	115	Franco-siltosa
Consórcio	182	570	248	Franco-siltosa
Consórcio	244	540	217	Franco-siltosa
Consórcio	331	497	172	Franca
Consórcio	157	624	219	Franco-siltosa

Silva Junior (2019) avaliando áreas de açazais (*Euterpe oleracea*) em Abaetetuba (PA), encontrou áreas de açazais nativos em duas ilhas com classe textural franco-siltosa, com a

fração silte acima de 60% e áreas de terra firme de açazais cultivados foi franco-arenosa. Pinto (2018) avaliando áreas de produção de açaí (*Euterpe precatoria*) nativos e cultivados, em Anori (AM), observou que as maiores concentrações foram para a fração silte, seguidas de areia. Esses resultados são análogos aos deste estudo em que as maiores concentração foram para a partícula silte, com exceção de duas áreas da floresta extrativas em que a maior concentração da fração foi para a areia.

Os resultados desse estudo demonstram que os açazais nativos estão em diferentes classes textural, portanto sugerindo que estão localizados em diferentes ambientes e os sistemas cultivados foram implantados em solos com características mais semelhantes entre si. Portanto, ocorrendo uma pressão da seleção no processo de domesticação da espécie em relação ao ambiente natural.

Tabela 2. Estatística descritiva da distribuição do tamanho das partículas de solos, na profundidade 0-10 cm, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, no município de Codajás-AM (n = 16).

Estatística	Areia	Silte	Argila
	----- g kg <sup>-1</sup> TFSA -----		
Média	252,75	547,38	199,81
Mediana	258,00	551,00	190,00
Mínimo	7	266	58
Máximo	676	779	447
Desvio padrão	175,63	121,62	109,37
Erro padrão	43,91	30,40	27,34
Variância	30846,20	14791,18	11961,36
Shapiro-Wilk	0,2150ns	0,4387ns	0,0174*
Coefficiente de Variação (%)	69,49	22,22	54,74

\*Significativo ao nível de 5%, ns.Não significativo.

### 3.2. Atributos físicos: densidade do solo, densidade máxima, densidade relativa e porosidade total

Observa-se que apesar da grande variação na distribuição de partículas e classe textural dos solos dos sistemas de açazais nativos e cultivados (Tabela 1), houve pequena variação dos atributos físicos entre os sistemas de manejo do açaí-do-amazonas avaliados, pois apresentaram baixos valor de coeficiente de variação (CV%) (Tabela 3). A Tabela 3 apresenta os valores médios dos atributos físicos avaliados nos solos dos diferentes sistemas de manejo do açaí-do-amazonas. Observa-se que não houve diferenças significativas para nenhum dos atributos físicos nos solos dos sistemas de açaí avaliados (Tabela 3).

A densidade do solo (Ds) é um atributo físico que fornece indicações a respeito do estado de conservação do solo, desenvolvimento de raízes, trocas gasosas e suscetibilidade do solo aos processos erosivos (GUARIZ et al., 2009) e é influenciada pelo manejo adotado associado à textura do solo (MASSING et al., 2004).

Na Tabela 3 observa-se que a densidade do solo (Ds) variou entre 0,81 e 1,01 Mg m<sup>-3</sup>, referentes aos sistemas floresta manejada e monocultivo respectivamente. A textura mais arenosa de uma parte das áreas amostradas no sistema de floresta extrativista pode ter influenciado no valor de Ds um pouco acima do valor observado no sistema de floresta manejada. A elevação de Ds em solos arenosos, desde que dentro do limite para não causar restrições, pode ser adequado, se comparado a solos de textura média a argilosa, pois pode favorecer a retenção de água e melhoria na disponibilidade de água às plantas (HUANG; HARTEMINK, 2020). Por outro lado, o elevado teor de C observados nessas áreas de florestas extrativistas pode ter ajudado a diminuir a Ds dessas áreas, considerando a relação negativa observada entre a Ds e o teor de C (Tabela 4). Ademais, todos os solos dos sistemas de manejo de açaí avaliados apresentaram valores dentro da faixa considerado ideal, segundo Arshad et al. (1996) que é < 1,40 Mg m<sup>-3</sup>. De acordo com Arshad et al. (1996), valores de Ds acima de 1,60 Mg m<sup>-3</sup> podem afetar o crescimento do sistema radicular; >1,80 Mg m<sup>-3</sup> é o valor que restringe o crescimento das raízes para solos da classe textural areia-franca e franco-arenosa.

Os valores de Ds encontrados nesse estudo podem estar relacionados ao sistema radicular abundante e extenso do açazeiro, principalmente das raízes finas na camada superficial do solo, bem como a manutenção dos restos culturais e de capina que são mantidos nos sistemas de manejo, pois ao se decomporem melhoram o teor de MOS e as propriedades físicas do solo.

Os resultados para Ds nesse estudo são inferiores aos encontrados em outros estudos. Ao avaliar as alterações na qualidade do solo (QS) por meio de indicadores físicos, químicos e biológicos em um Latossolo Vermelho Cherubin et al., (2015) encontraram valores médios de Ds entre 1,40 e 1,51 kg dm<sup>-3</sup> na camada superficial (0-10 cm). Em outros estudos, os valores médios obtidos de Ds foram entre 1,52 e 1,60 Mg m<sup>-3</sup> (0-0,10 m) e 1,39 e 1,60 Mg m<sup>-3</sup> (0-0,10 m), (NEVES JUNIOR et al., 2013; ARCOVERDE et al., 2015, respectivamente). Em outros estudos foram similares, tais como os encontrados por Beutler et al. (2001) que encontraram valores de Ds entre 0,83 e 1,19 Mg m<sup>-3</sup>, para cerrado nativo e plantio direto e Cunha Neto et al. (2018) em um estudo para avaliar a qualidade do solo sob povoamentos florestais homogêneos em comparação com área de pastagem de *Brachiaria* sp. (pasto) e floresta secundária nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm encontraram valores de Ds entre 0,93 e 1,09.

A densidade máxima ( $D_{smax}$ ) equivale ao valor máximo de  $D_s$  que um solo pode alcançar quando compactado. É um parâmetro necessário para obtenção da  $D_{srel}$  (NEVES JUNIOR et al., 2013). Os valores de  $D_{smax}$  nesse estudo variaram entre 1,54 e 1,66  $Mg\ m^{-3}$ , para os sistemas floresta manejada e floresta extrativa respectivamente (Tabela 3). O valor de  $D_{smax}$  para o Latossolo Amarelo textura argilosa, encontrado por Beutler et al. (2005), foi semelhante ao do sistema de manejo floresta manejada, desse estudo, que apresentam áreas com classe textural franco-siltosa e argilo-siltosa (Tabela 1). Os valores de  $D_{smax}$  desse estudo foram inferiores aos encontrados por Neves Junior et al. (2013), que variaram entre 1,73 e 1,81  $Mg\ m^{-3}$ .

Apesar da resistência à penetração e a densidade do solo serem utilizadas para monitorar a compactação do solo, essas propriedades não podem ser diretamente utilizadas para comparar o estado de compactação de solos diferentes (ARVIDSSON; HÅKANSSON, 1991; HÅKANSSON; LIPIEC, 2000). A propriedade denominada densidade relativa do solo ( $D_{srel}$ ) tem sido utilizada para caracterizar o estado de compactação, que é menos influenciada pelas características dos minerais no solo e independe do tipo e granulometria do solo (HÅKANSSON, 1990; LIPIEC et al., 1991; HÅKANSSON; LIPIEC, 2000), a qual elimina as diferenças de resposta das culturas entre solos (BEUTLER et al., 2005).

Os valores de  $D_{srel}$  nesse estudo variaram entre 52 e 62 %, para os sistemas floresta manejada e monocultivo (Tabela 3). Todos os sistemas de manejo apresentaram valores de  $D_{srel}$  abaixo do valor adotado como crítico ( $D_{srel} = 86\ %$ ) (ARVIDSSON; HÅKANSSON, 1991) e abaixo do encontrado em outros estudos.

De acordo com Arvidsson; Håkansson (1991) e Lindstron; Voorhees (1994), valores acima de 0,86 para densidade relativa são considerados prejudiciais ao desenvolvimento das culturas e abaixo de 0,80 podem reduzir a capacidade de armazenamento de água no solo, reduzindo a produtividade. Segundo Arvidsson; Håkansson (1991), em geral, na  $D_{srel}$  de 0,86 são obtidas maiores produtividades, oscilando com as condições climáticas e culturas, sendo os resultados similares para os diferentes solos.

Neves Junior et al. (2013) encontraram valores de  $D_{srel}$  entre 81 e 95 %, na profundidade de 0-0,10 m, com alguns valores acima do considerado crítico. Beutler et al. (2005) encontraram o valor de  $D_{srel}$  de 0,80 como limitante para soja em Latossolo Vermelho de textura média. Esses autores constataram que  $D_{srel}$  ótima para produtividade de soja obtida no Latossolo Vermelho textura argilosa (0,84) foi ligeiramente superior comparada à do Latossolo Vermelho textura média (0,75), ainda mencionam ser esse resultado contraditório aos estudos de Håkansson (1990) e Arvidsson; Håkansson (1991).

Tabela 3. Atributos físicos de solo, coletados a 0-10 cm de profundidades, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, no município de Codajás-AM (n=16).

Sistema de manejo	Ds	Dsmax	Dsrel	PT
	Mg m <sup>-3</sup>	Mg m <sup>-3</sup>	%	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>
Floresta extrativa	0,89 a	1,66 a	53 a	0,67 a
Floresta manejada	0,81 a	1,54 a	52 a	0,7 a
Monocultivo	1,01 a	1,62 a	62 a	0,62 a
Consórcio	0,97 a	1,59 a	61 a	0,63 a
Média	0,92	1,60	57	0,65
Erro padrão	0,083	0,038	4,92	0,032
CV%	18,11	4,68	17,20	9,83

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Ds: densidade do solo; Dsmax: densidade máxima; Dsrel: densidade relativa; PT: porosidade total.

Os valores encontrados para a porosidade total (PT) estão de acordo com os valores encontrados para a Ds, pois são parâmetros inversamente proporcionais. Os valores encontrados para PT variaram entre 0,62 e 0,70 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, para os sistemas monocultivo e floresta manejada respectivamente (Tabela 3), valores esses considerados adequados segundo a literatura. A elevada porosidade total do solo sob diferentes tratamentos favorece melhorias na infiltração de água e aeração do solo, contudo, por outro lado, reduz à disponibilidade de água as plantas. Para Arcoverde et al. (2015), os solos que apresentam PT < 0,35 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, são classificados como inapropriados para à agricultura.

Valores de PT similares aos deste estudo, foram encontrados por Beutler et al. (2001) com variação entre 0,54 e 0,68 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>. No entanto, outros estudos apresentaram valores inferiores tais como, Secco et al. (1997), em Latossolo Vermelho-Escuro argiloso, encontraram PT de 0,53 e 0,57 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, para plantio direto e manejo convencional respectivamente. Silva et al (2021) encontraram valor de PT variando entre 0,43 e 0,50 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> (0-10 cm). No estudo de Neves Junior et al. (2013) os valores de PT variaram entre 0,40 e 0,42 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> (0-10 cm).

### 3.3. Carbono orgânico e estoque de carbono

A figura 2 (A e B) apresenta os valores médios dos teores de COS e ESTC avaliados nos solos dos diferentes sistemas de manejo do açaí-do-amazonas. Observa-se que não houve diferenças significativas para os teores de COS e ESTC entre os sistemas de açaí avaliados (Figura 2).

Na profundidade de 0-10 cm os teores médios de COS variaram de médio, nos sistemas de monocultivos ( $24,04 \text{ g kg}^{-1}$ ) a alto nos sistemas de florestas manejadas ( $34,69 \text{ g kg}^{-1}$ ), (Figura 2 A). Apesar de não haver diferença significativa entre os sistemas de maior e menor teores de COS essa diferença é de  $10 \text{ g kg}^{-1}$ . Esse resultado mostra que o maior aporte de materiais orgânicos em diferentes estádios de decomposição na floresta manejada, bem como na floresta extrativa, que também apresentou um alto valor de COS (Cochrane et al., 1985), está contribuindo para essa variação do teor de COS em relação ao monocultivo. O menor valor de COS na camada subsuperficial do solo, de algumas áreas de florestas extrativistas, deve-se a textura mais arenosa desses solos, mostrando que o COS, nessas áreas concentra-se mais na fina camada superficial do solo, onde ocorre o maior aporte de material orgânico, proveniente da queda de folhas, galhos e da casca de árvores, somando-se ao manejo dos resíduos das colheitas dos frutos de açaí que são deixados nas áreas de coleta de frutos, além da maior densidade de raízes e da diversidade de espécies, que contribuem para o incremento de COS no solo dos sistemas nativos de açaí.

Nas condições observadas nesse estudo, algumas áreas de florestas extrativas, sugerem que a quantidade de serrapilheira, a ciclagem de nutrientes, além do manejo da matéria orgânica, parecem ser os principais componentes que contribuem para a sustentabilidade desses sistemas de produção de açaí. Por outro lado, a implantação de outros sistemas de cultivos, tais como monocultivos de açaí e até mesmo consórcio agrofloretais, não seriam sustentáveis em algumas dessas áreas, considerando a fragilidade dos solos. Em função do maior percentual de areia, algumas dessas áreas são mais instáveis na manutenção do carbono do solo que pode ser liberado para a atmosfera mais facilmente se o solo for alterado (MARQUES et al., 2016). Vários estudos têm demonstrado que solos sob florestas em regiões tropicais apresentam maior potencial de dreno de C, comparativamente ao uso do solo para fins agrícolas, devido à maior biomassa depositada anualmente na forma de manta orgânica e de raízes mortas (GATTO et al., 2010; KRISHNAMURTHY; ÁVILA, 1999).

Em estudo para avaliar o estoque de carbono e a retenção hídrica em biomassa de gramíneas cultivadas no agreste da Paraíba, Silva et al (2019) obtiveram conteúdo de CO variando entre  $39,6 \text{ g kg}^{-1}$  a  $51,9 \text{ g kg}^{-1}$ , teores acima dos encontrados nesse estudo. Os teores de CO no estudo de Freitas et al. (2018), em Latossolo, a 0-10 cm de profundidade, variaram entre  $7,98$  e  $16,88 \text{ g kg}^{-1}$ , para os sistemas com área de cultivo com cana de açúcar e mata nativa respectivamente, teores menores do que os encontrados nos sistemas de manejo do açaí-amazonas. Em estudo de solos com plantações de eucalipto Gatto et al. (2010) encontraram valores de COS, tanto inferiores como similares ao deste estudo.

O armazenamento de carbono é afetado pela textura e agregação do solo, e pelas frações argila e silte que têm a capacidade de proteger CO da decomposição (GULDE et al., 2008; HASSINK, 2016; YOST; HARTEMINK, 2019). A matéria orgânica se liga ao silte e argila formando agregados, que protegem a matéria orgânica da decomposição (CHURCHMAN, 2018; GULDE et al., 2008; YOST; HARTEMINK, 2019). Segundo TIESSSEN; STEWART (1983) a maior quantidade de carbono do solo é encontrada nas frações silte e argila, porém na fração areia a quantidade de carbono do solo é baixa.

Os teores médios de ESTC variaram entre 24,04 e 27,60 Mg ha<sup>-1</sup>, para os sistemas monocultivo e floresta extrativa respectivamente (Figura 2 B). Diferente do observado para os teores de CO, os teores de ESTC apresentaram valores muito próximos entre os sistemas avaliados. Teores de ESTC superiores aos deste estudo foram obtidos por Silva et al. (2019), que encontraram teores variando entre 47,0 e 64,4 Mg ha<sup>-1</sup>.

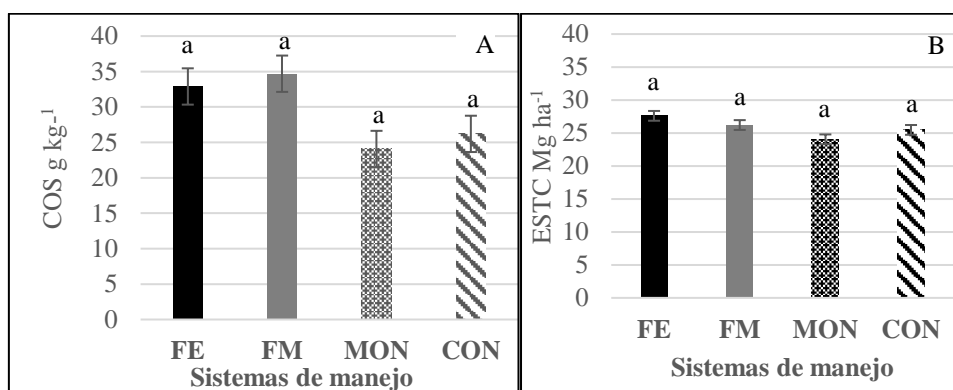


Figura 2. Teores médios de carbono orgânico (COS) e estoque de carbono (ESTC) (A e B respectivamente), a 0-10 cm de profundidade, de solo de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (MON) e consórcio (CON), no município de Codajás-AM. Colunas representam a média de quatro áreas e linhas o erro padrão da média. Sistemas de manejo com a mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados para os teores de ESTC serem similares em todos os sistemas de açaizais avaliados (Figura 2 B), podem estar de acordo com os mencionados por Gatto et al. (2010), pois além da grande quantidade de raízes em função da espécie *E. precatoria* ser uma palmeira que apresenta uma grande quantidade de raízes, que ao morrerem e se decomporem, depositam grande quantidade de CO no solo. Nos sistemas nativos floresta extrativa e manejada essa deposição é maior em virtude da maior diversidade de espécies encontradas nos sistemas, bem como esse material somado ao resíduo de colheitas dos frutos de açaí, que ocorre em todos

os sistemas, e a deposição dos restos de capina deixados nas áreas de coletas, desta forma aumentando o aporte de material orgânico nos sistemas.

Segundo alguns autores, ESTC resulta, principalmente, da taxa de decomposição dos resíduos da colheita florestal que permanecem sobre a superfície do solo, da manta orgânica e das raízes, e devido à maior concentração de substâncias recalcitrantes, dão origem a formas mais estáveis de C orgânico no solo (GATTO et al., 2010; SILVA et al., 2004; SCHUMACHER; WITSCHORECK, 2004). Gatto et al. (2010) sugere que desta forma, plantios de espécies florestais que apresentam maior quantidade de raízes possibilitaria a alocação de grande quantidade de C orgânico no solo, o qual permaneceria estocado por período relativamente longo no solo.

Destaca-se, haver necessidade de melhor avaliação das propriedades físicas, teores de COS e ESTC no solo dos sistemas de manejo do açáí-do-amazonas, avaliando diferentes profundidades do solo, bem como o efeito da sazonalidade nas propriedades físicas do solo avaliadas, teores de COS e ESTC no solo. Segundo Souza et al. (2018), a presença de carbono varia de acordo com a profundidade do solo e com a composição vegetal da área; sendo influenciado através da contribuição de matéria orgânica no solo e sua decomposição, bem como a presença de atividade microbiana de acordo com a profundidade do solo.

Correlação positiva foram encontradas entre  $D_s$  e  $D_{srel}$  ( $r = 0,97$ ) e negativa com o teor de argila ( $r = - 0,60$ ) (Tabela 4). Esse resultado é contraditório ao mencionado por alguns autores, pois segundo eles a  $D_{srel}$  é independente do tipo e granulometria do solo (HÅKANSSON, 1990; LIPIEC et al., 1991; HÅKANSSON; LIPIEC, 2000).

A  $D_{smax}$  se correlacionou positivamente com o teor de areia ( $r = 1,00$ ) e negativamente com os teores de silte ( $r = - 0,79$ ) e argila ( $r = - 0,73$ ) (Tabela 4). Esses resultados sugerem que os solos mais arenosos tendem a ter valores de  $D_{smax}$  mais elevados em relação a solos com maiores teores de argila e silte, apesar de não ter ocorrido diferenças significativas entre os solos avaliados.

A PT se correlacionou negativamente com a  $D_s$  ( $r = - 1,0$ ) e  $D_{srel}$  ( $r = - 0,97$ ) (Tabela 4), demonstrando como já comentando, que são parâmetros inversamente proporcionais. O teor de argila se correlacionou positivamente com a PT ( $r = 0,62$ ) (Tabela 4).

Encontrou-se correlações entre COS e  $D_s$ ,  $D_{rel}$ , teor de argila e PT (Tabela 4), confirmando que essas propriedades do solo podem interferir no COS (MARQUES et al., 2016). O CO se correlacionou positivamente com a PT ( $r = 0,69$ ) e negativamente com as  $D_s$  ( $r = - 0,68$ ) e  $D_{srel}$  ( $r = - 0,62$ ) (Tabela 4). Esses resultados demonstram que o teor de COS aumentou a PT e reduziu a  $D_s$  e  $D_{srel}$ , desta forma pode melhorar a infiltração da água e aeração



do solo. Enquanto o teor de argila se correlacionou positivamente com a PT ( $r = 0,62$ ), CO ( $r = 0,80$ ) e ESTC ( $r = 0,57$ ) (Tabela 4). O ESTC se correlacionou positivamente com o CO ( $r = 0,79$ ) (Tabela 4), resultado já esperado, segundo Gatto et al. (2010).

Tabela 4. Coeficientes de correlação entre atributos físicos, carbono orgânico e estoque de carbono de solos de sistemas de manejo de açaí-do-amazonas nativos e cultivados, a 0-10 cm de profundidade, no município de Codajás-AM (n= 16).

Atributos	Ds	Dsmax	Dsrel	PT	CO	ESTC	Areia	Silte	Argila
Ds									
Dsmax	0,32								
Dsrel	0,97*	0,10							
PT	-1,00*	-0,35	-0,97*						
CO	-0,68*	-0,47	-0,62*	0,69*					
ESTC	-0,10	-0,37	-0,04	0,12	0,79*				
Areia	0,32	1,00*	0,10	-0,35	-0,47	-0,36			
Silte	0,07	-0,79*	0,28	-0,06	-0,04	0,00	-0,79*		
Argila	-0,60*	-0,73*	-0,47	0,62*	0,80*	0,57*	-0,73*	0,15	

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

As correlações positivas e negativas, encontradas nesse estudo (Tabela 4), mostram a importância da matéria orgânica como o componente estrutural do solo, sendo considerado um eficiente indicador de qualidade do solo, pois é sensível às mudanças de gestão do solo (MARQUES et al., 2016; RAMOS et al., 2010). Bem como, o armazenamento de carbono é afetado pela textura e agregação do solo (GULDE et al., 2008; HASSINK, 2016; YOST; HARTEMINK, 2019).

### 3.4. Análise do componente principal dos atributos físicos, carbono orgânico e estoque de carbono no solo

A componente principal 1 (PC1) e a componente principal 2 (PC2) explicaram 99,79% da variação total para a interação dos atributos físicos, CO e ESTC do solo, na profundidade de 0-10 cm. Observa-se que o sistema de manejo de açaizais floresta extrativa 3 (FE3), floresta manejada 4 (FM4) e consórcio 1 e 2 (C1 e C2) estão posicionados ao lado direito na parte superior e apresenta vetor de maior intensidade para a fração argila. Enquanto o sistema floresta manejada 2 e 3 (FM2 e FM3) e consórcio 4 estão posicionados ao lado direito na parte inferior e apresenta vetor de maior intensidade para a fração silte (Figura 3). Os demais sistemas estão posicionados do lado esquerdo da figura, com exceção do monocultivo 3 (M3). O vetor areia está posicionado do lado esquerdo na parte inferior da figura 3, onde estão posicionados os sistemas monocultivo 4 (M4) e floresta extrativa 4 (FE4). Os vetores para os demais atributos avaliados, apesar de estarem posicionados a direita da figura são pequenos, não contribuindo

para diferenças entre os sistemas de manejo de açaizais avaliados (Figura 3). Esses resultados demonstram que as frações areia, silte e argila exercem grande influência no resultado dos atributos físicos do solo.

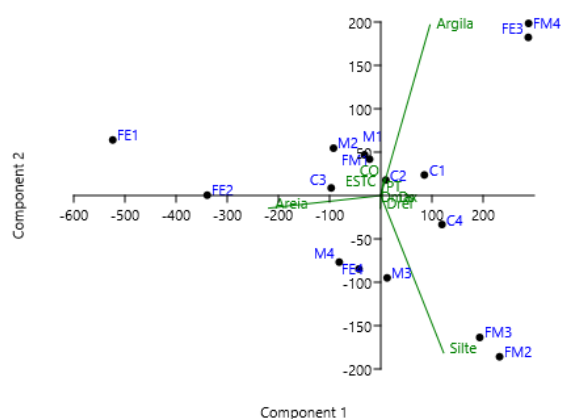


Figura 3. Análise de componentes principais (PCA) para os atributos físicos (densidade do solo (Ds); densidade máxima (Dsmax); densidade relativa (Dsrel); porosidade total (PT)); análise granulométrica do solo (areia, silte e argila); CO (carbono orgânico) e ESTC (estoque de carbono), na profundidades 0-10 cm, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, Floresta extrativa (FE), Floresta manejada (FM), monocultivo (M) e consórcio (C), no município de Codajás, Amazonas, Brasil. Componente principal 1 (PC1) variação 80,30 e componente principal 2 (PC2) variação 19,49.

### 3.5 Avaliação da sustentabilidade dos sistemas do açaí-do-amazonas através do Índice de seleção de Mulamba-Rank

Na tabela 5 observa-se que o sistema de manejo mais sustentável foi a floresta extrativa seguido da floresta maneja, para os atributos físicos do solo, COS e ESTC, apresentando rank médio de 1,75, segundo o índice de Mulamba-Rank, adaptado por Resende (2006). Esse resultado sugere que a quantidade de serrapilheira, a ciclagem de nutrientes, além do manejo da matéria orgânica, a maior densidade de raízes e da diversidade de espécies, que contribuem para o incremento de COS no solo dos sistemas nativos de açaí, parecem ser os principais componentes para a sustentabilidade desses sistemas nativos de produção do açaí-do-amazonas, nas condições estudadas.

A ciclagem de nutrientes tem efeitos positivos nas propriedades químicas e físicas do solo e esse processo é especialmente importante em solos tropicais (PINHO et al., 2012; PRIMAVESI, 2001; RICKLEFS, 1996). Por outro lado, o CO é um dos indicadores mais importantes usados na avaliação da saúde do solo (DOLLINGER; JOSE, 2018), pois pode

melhorar suas propriedades físicas e químicas, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC) a ciclagem de nutrientes, além da capacidade de retenção de água (DONAGEMMA et al., 2016).

Tabela 5. Sustentabilidade dos sistemas de manejo do açáí-do-amazonas avaliada pelo índice de Mulamba-Rank, considerando as variáveis granulométricas (areia, silte e argila), atributos físicos ( $D_s$ ,  $D_{max}$ ,  $D_{rel}$ ,  $PT$ ),  $COS$  e  $ESTC$  de solos, na profundidade de 0-10 cm, no ano de 2022, em Codajás.

Sistemas de manejo	Rank médio
Floresta extrativa	1,75
Floresta manejada	2,50
Monocultivo	2,75
Consórcio	3,00

#### 4. CONCLUSÃO

Nos sistemas de manejo do açaí-do-amazonas em Codajás, apresentam grande variabilidade no teor das partículas areia, silte e argila e classe textural dos solos. A classe textural mais recorrente nos sistemas avaliados é a franco-siltosa, como maior teor da partícula silte.

Os açaizais nativos estão em diferentes classes textural, portanto sugerindo que estão localizados em diferentes ambientes. Está ocorrendo uma pressão da seleção no processo de domesticação da espécie em relação ao ambiente natural.

Os sistemas de manejo do açaí-do-amazonas não apresentaram diferenças significativas nos atributos físicos, carbono orgânico e estoque de carbono do solo avaliados.

Todos os solos dos sistemas de manejo avaliados apresentaram característica consideradas adequadas para os atributos físicos, destacando-se a densidade do solo baixa e porosidade total boa, que foram inversamente proporcionais, apresentando boa qualidade física do solo.

O carbono orgânico do solo, dos sistemas de manejos de açaí, foi considerado adequado e contribui para melhorias dos atributos físicos avaliados, pois houve correlação positiva com a porosidade total e negativa com a densidade do solo e densidade relativa, desta forma contribuem para melhor infiltração da água e aeração do solo.

O manejo da matéria orgânica nos sistemas de produção do açaí-do-amazonas, proporcionam melhorias nas características físicas do solo.

O sistema de manejo do açaí-do-amazonas floresta extrativa foi o mais sustentável, melhorando as propriedades físicas, COS e ESTC nas condições estudadas.

Há necessidade de outros estudos que possam avaliar melhor o carbono orgânico, estoque de carbono e atributos físicos dos solos dos sistemas de manejo do açaí-do-amazonas, em diferentes profundidades, efeito da sazonalidade e produtividade de frutos.

## 5. REFERÊNCIAS

- ARCOVERDE, B. S. N. S.; SALVIANO, A. M.; OLSZEWSKI, N.; MELO, S. B.; CUNHA, T. J. F.; GIONGO, V.; PEREIRA, J. S. Qualidade física de solos em uso agrícola na região semiárida do Estado da Bahia. *R. Bras. Ci. Solo*, 39:1473-1482, 2015.
- ARSHAD, M.A.; LOWER, B. & GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. *Methods for assessing soil quality*. Madison, Soil Science Society of America, p.123-141. 1996.
- ARVIDSSON, J. HÅKANSSON, I. A Model for estimating crop yield losses caused by soil compaction. *Soil Till. Res.*, 20:319-332, 1991.
- ATROCH, A.L.; NASCIMENTO FILHO, F. J.; RESENDE, M. D. V.; LOPES, R.; CLEMENT, C. R. Avaliação e seleção de progênies de meios-irmãos de guaranazeiro. *Rev. Ci. Agra.*, v.53, n.2, p.123-130, 2010. Doi: 10.4322/rca.2011.017
- BEUTLER, A. N; CENTURION, J. F.; ROQUE, C. G.; FERRAZ, M. V. Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade de soja. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:843-849, 2005.
- BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FERREIRA, M. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Resistência à penetração e permeabilidade de latossolo vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:167-177, 2001.
- CARDOSO, A.; POTTER, R.; DEDECEK, R.A. Estudo comparativo da degradação de solos pelo uso agrícola no Noroeste do estado do Paraná. *Pesq. Agropec. Bras.*, 27:349-353, 1992.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; PAULINO, H. B.; SALES, L. E. O.; VILELA, L. A. F. Atributos indicadores de qualidade em solos de cerrado no entorno do Parque Nacional das Emas, Goiás. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 29, n. 6, p.1857-1868, 2013.
- CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil: uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 277-289, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000200001>
- CHERUBIN, M. R.; EITELWEIN, M. T.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S. W.; SILVA, R. F.; SILVA, R.; BASSO, C. J. R. Qualidade física, química e biológica de um latossolo com diferentes manejos e fertilizantes. *Bras. Ci. Solo*, 39:615-625, 2015.
- CHURCHMAN, G. J. Game changer in soil Science: functional role of clay minerals in soil. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 181, 99-103. 2018.
- COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:323-332, 2008.

CUNHA, E. D. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. D. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 1, p. 56-63, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000100008>

CUNHA NETO, F. V.; PEREIRA, M. G.; LELES, P.S.S.; ABE, E.L.S. Atributos químicos e físicos do solo em áreas sob diferentes coberturas florestais e pastagem em Além Paraíba–MG. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 13-24, jan. - mar. 2018.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831569>

DARNET, S.; SERRA, J. L.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. A high-performance liquid chromatography method to measure tocopherols in assai pulp (*Euterpe oleracea*). *Food Research International*, v. 44, n. 7, p. 2107-2111, 2011.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.039>

DOLINGER, J, JOSÈ, S. Agroforestry for soil health. *Agrofor. Syst.* 92, 213-219. 2018.  
<https://doi.org/10.1007/s10457-018-0223-9>

DONAGEMMA, G.K.; FREITAS, P.L.; BALIEIRO, F.C.; FONTANA, A.; SPERA, T.S.; LUMBRERAS, J.F.; VIANA, J.H.; ARAÚJO FILHO, J.C.; SANTOS, F.C.; ALBUQUERQUE, M.R.; MACEDO, M.C.M.; TEIXEIRA, P.C.; AMARAL, A.J; BORTOLON, E.; BORTOLON, L. Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil. *Pesq. Agropec. Bras.* 51, 1003-1020, 2016.

EMBRAPA. Manual Métodos de análise de solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 230p. 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed., Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Embrapa Solos. 212pp. 2007

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Científica Symposium*, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41 2008.

FONSECA, G. C. F, Análise da Sobrevivência e Desenvolvimento de Mudas de Pau-Rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em Clareiras Artificiais. 80 p. 2007. Dissertação de Mestrado Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; CASAGRANDE, J. C.; SILVA, L.; CAMPOS, M. C. C. Estoque de carbono de latossolos em sistemas de manejo natural e alterado. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 228-239. 2018.  
ISSN 1980-5098 228 DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831575>

GATTO, A.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; SILVA, I. R.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; VILLANI, E. M. A. Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. *R. Bras. Ci. Solo*, 34:1069-1079, 2010.

GOMES, A.S.; SILVA, C.A.S.; PARFITT, J. M. B; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S. Caracterização de indicadores da qualidade do solo, com ênfase às áreas de várzea do Rio Grande do Sul, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 40p. - (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 169). 2006.

GOEDERT, W.J.; SCHERMACK, M.J.; FREITAS, F.C. de. Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.223-227, 2002.

GUARIZ, H. R.; CAMPANHARO, W. A.; PICOLI, M. H. S.; CECÍLIO, R. A.; HOLLANDA, M. P. Variação da umidade e da densidade do solo sob diferentes coberturas vegetais. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, RN. INPE. p. 7709-7716. 2009.

GULDE, S. CHUNG, H; AMELUNG, W.; CHANG, C.; SIX, J. Soil carbono saturation controls labile and stable carbono pool dynamics. Soil Sci. Soc. Am. J, 72, 605. 2008.

HÅKANSSON, I.; LIPIEC, J. A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. Soil Till. Res., 53:71-85, 2000.

HÅKANSSON, I. A method for characterizing the state of compactness of the plough layer. Soil Till. Res., 16:105-120, 1990.

HASSINK, J. The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles. Plant and Soil 191, 77-87. 2016.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica. 2001. 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)

HUANG, J.A.; HARTEMINK, E. Soil and environmental issues in sandy soils. Earth-Science Reviews 208, 103295, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103295>

IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS. IBGE. 2020. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=series-historicas>  
Acesso em: fevereiro de 2022.

KANG, J.; THAKALI, K. M.; XIE, C.; KONDO, M.; TONG, Y.; OU, B.; GITTE, J.; MEDINA, M.B.; SCHAUSS, A.G.; WU, X. Bioactivities of açai (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. Food Chemistry 133: 671-677. 2012.

KRISHNAMURTHY, L.; AVILA, M. Agroforesteria básica. México, Red. de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. p.29-36. 1999.

LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; GALVÃO, S. R. S.; LEMOS, J. O.; ELZANE, F. L.; SILVA, E. F. L. Soil organic carbon and biological indicators in an Acrisol under tillage systems and organic management in north-eastern Brazil. Australian Journal of Soil Research, v. 48, n. 3, p. 258-265, 2010.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 84 p. 1996.

LINDSTRON, M.J.; VOORHEES, W.B. Response of temperate crops to soil compaction. In: SOANE, B.D. & van OUWERKERK, C. Soil compaction in crop production. London, Elsevier, p.265-286. (Developments in Agricultural Engineering, 2). 1994.

LIPIEC, J.; HÅKANSSON, I.; TARKIEWICZ, S.; KOSSOWSKI, J. Soil physical properties and growth of spring barley as related to the degree of compactness of two soils. *Soil Till. Res.*, 19:307-317, 1991.

MACÍA, M.J.; ARMESILLA, P.J.; CÁMARA-LERET, R.; PANIAGUA-ZAMBRANA, N.; VILLALBA, S.; BALSLEV, H.; PARDO-DE-SANTAYANA, M. Palm Use in Northwestern South America: A Quantitative Review. *Bot. Rev.* 77: 462-570. 2011.

MARQUES, J.D. O; LUIZÃO, F. J.; TEIXEIRA, W. G.; VITEL, C. M; MARQUES, E.M.A. Soil organic carbon, carbon stock and their relationships to physical attributes under forest soils in Central Amazonia. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.40, n.2, p.197-208, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622016000200002>.

MASSING, J. P.; KLEIN, V. A.; CÂMARA, R. K.; BIASUZ Jr, I. J.; SIMON, M. A. Densidade máxima e relativa de solos sob plantio direto. In: *Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água: manejo integrado à ciência do solo na produção de alimentos*, 15. Santa Maria. 2004.

MATOS, Claudia Blair; SAMPAIO, Paulo; RIVAS, Alexandre A. F; MATOS, João C.S; HODGES, Donald G. Economic profile of two species of Genus *Euterpe*, producers of acai fruits, from the Pará and Amazonas States – Brazil. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB) Vol-2, Issue-4, July-Aug- 2017*. <http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/2.4.46> ISSN: 2456-1878 [www.ijeab.com](http://www.ijeab.com) Page | 1822

MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egypt J. Gen. Cytol.*, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978.

NANZER, M. C.; ENSINAS, S. C.; BARBOSA, G. F.; BARRETA, P. G. V.; OLIVEIRA, T. P.; SILVA, J. R. M.; PAULINO, L. A. Estoque de carbono orgânico total e fracionamento granulométrico da matéria orgânica em sistemas de uso do solo no Cerrado. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 18, n. 1, p. 1-10, 2019.

NEVES JUNIOR, A. F.; SILVA, A. P.; NORONHA, N. C.; CERRI, C. C. Sistemas de manejo do solo na recuperação de uma pastagem degradada em Rondônia. *R. Bras. Ci. Solo*, 37:232-241. 2013.

PEGLER, L. Peasant inclusion in global value chains: economic upgrading but social downgrading in labour processes? *Journal of Peasant Studies* 42(5):1-28. 2015.

PINTO, F. R. Análise produtiva de sistemas agroextrativistas de Açaí-da-mata (*Euterpe precatoria* Mart.) na Amazônia central. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas. 2018. 152 p.



PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D.V.; COSTA, L.M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. R. Bras. Ci. Solo, 34:575-585, 2010.

POTT, C. A.; ZERBIELLI, L. C.; MARTINS, P. J.; GARDIN, E.; GARCIA, M. L. Qualidade física do solo em sistemas florestais, pecuários e integrados de produção. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, Guarapuava-PR, v.10, n.2 p.53-60, 2017. DOI: 10.5935/PAeT.V10.N2.05

RAMOS, F.T.; MONARI, Y.C.; NUNES, M.C.M.; CAMPOS, D.T.S.; RAMOS, D.T. Indicadores de qualidade em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pastagem extensiva no pantanal matogrossense. Revista Caatinga, v.23, n.1, p.112-120, 2010.

RESENDE, MARCOS D.V. O Software Selegen-Reml/Blup. Embrapa- Campo Grande, 2006.

RESENDE, M.D.V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

SILVA JÚNIOR. José Itabirici de Souza. Socioeconomia e qualidade do solo em áreas nativas e cultivadas com açaizeiros no Estado do Pará. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia. Campus Universitário de Belém. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2019. 74 f.

SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P.; PEREIRA, W. E.; BORBA, J. O. M.; TAVARES, D. D.; SANTOS, T. E. D.; MARTIN, A. F. Estoques de carbono e retenção hídrica em biomassa de gramíneas no agreste da Paraíba. Brazilian Journal of Biosystems Engineering v. 13(2):155-167, 2019.

SIQUEIRA, Jhassem Antônio Silva; PEREIRA, Henrique dos Santos; SILVA, Suzy Cristina Pedroza; RICART, Maria Luiza de Azambuja Midosi Caracterização agroecológica de sistemas tradicionais de produção do açaí (euterpe spp.) em Carauari, no médio rio Juruá, estado do Amazonas. Revista Brasileira de Agroecologia. Vol. 16, Nº 2. | p.156-168. 2021. DOI: 10.33240/rba.v16i2.23200. ISSN: 1980-9735.

SOUZA, B. V.; SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SALES, F. C. V.; SOUZA JUNIOR, C. M. P. Carbon in soil in different phisionomies of caatinga in Paraíba, Brazil. Floresta, Curitiba, PR, v. 49, n. 2, p. 287-296, 2019.

ISSN eletrônico 1982-4688. DOI: 10.5380/rf.v49 i2.57579.

STOLF, R.; THURLER, A. M.; BACCHI, O. O. S.; REICHARDT, K. Method to estimate soil macroporosity and microporosity based on sand content and bulk density. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35: 447-459. 2011.

TEIXEIRA, W.G.; CRUZ, M.E.G.; LIMA, H. N.; CORREIA, M. R. D.; SOARES, C. B. Mapa de solos do município de Codajás -AM. Mapa de solos compilado da base do SIPAM, escala compatível 1:250.000. 2006 DOI: 10.13140/RG.2.2.12186.64963. Acessado em 23 de junho de 2019.

[https://www.researchgate.net/publication/315311744\\_Mapado\\_municipio\\_de\\_Codajas\\_-\\_AMrightN.00052763](https://www.researchgate.net/publication/315311744_Mapado_municipio_de_Codajas_-_AMrightN.00052763)

TIESSEN, H.; STEWART, J. W. V. Particle-size fractions and their use in studies of soil organic matter: II. Cultivation effects on organic matter on composition in size fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47, 509-514. 1983.

TRACY, B. F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. *Crop Science*, Madison, v. 48, n. 3, p. 1211-1218, 2008.

<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2007.07.0390>

WADT, L. H.O.; RIGAMONTE-AZEVEDO, O.C.; FERREIRA, E.J. L.; CARTAXO, C.B.C. Manejo de açaí solteiro (*Euterpe precatoria* Mart.) para produção de frutos. Rio Branco, AC: Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar. 2004. Documento Técnico - Seprof 02.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.19, p.1467-1476, 1988. DOI: 10.1080/00103628809368027.

YOST, J. L.; HARTEMINK, E. Chapter Four - Soil organic carbon in sandy soils: A review. 2019. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.07.004>

YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; SILVA-FILHO, D.F.; YUYAMA, K.; VAREJÃO, M.J.; FÁVARO, D.I.T.; VASCONCELLOS, M.B.A.; PIMENTEL, S.A.; CARUSO, M.S.F. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. *Acta Amazônica*, vol.41, n.4, Manaus. 2011.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas avaliações que poderiam explicar melhor os sistemas de manejos nativos e cultivados do açaí-do-amazonas, desenvolvidos pelos agroextrativistas, no município de Codajás, não foram possíveis de serem realizadas, em função da pandemia do COVID-19, que impossibilitou o acesso ao município e às áreas de coletas.

Nesse contexto, há necessidade de estudos para avaliar a produção dos frutos de açaí, de inventariar e analisar a diversidade de espécies nas áreas de produção de frutos de açaí-do-amazonas, sob os diferentes sistemas de manejo, além de avaliar a regeneração natural de *Euterpe precatoria* Mart. na floresta extrativa e floresta manejada para poder entender melhor o comportamento de cada sistema de manejo. Atividades previstas, porém, não foram possíveis de serem realizadas.

No entanto, nas condições estudadas este trabalho possibilita a difusão de algumas informações que poderão contribuir para melhorias dos sistemas de manejo, bem como sugestões para novos estudos. Ademais, ainda são incipientes os resultados de pesquisa para a espécie *Euterpe precatoria*. Novos estudos poderão contribuir com a expansão dessa cultura, principalmente em populações nativas como as encontradas no município de Codajás. Apesar de ser uma cultura com grande demanda nacional e internacional pouco se conhecer sobre a espécie.

Estudos futuros devem ser realizados para identificação de uma possível “praga” que está aparecendo nos açaizeiros e pode evoluir para a morte da planta. Desta forma, a identificação desse inseto torna-se necessário, pois com o aumento das áreas de cultivo, ele pode vir a causar grandes danos a cultura, por tanto sua identificação torna-se necessária, bem como nortear quais possíveis medidas poderão ser adotadas.

Os solos dos açaizais nativos apresentam uma grande variabilidade em relação a textura e fertilidade, pois encontram-se em diferentes ambientes. No entanto, todas as áreas, independente dos sistemas avaliados, apresentaram elevada acidez e deficiência para os nutrientes Ca, Zn e Mn. No entanto, a utilização da calagem nesses solos para reduzir a acidez e adicionar o Ca devem ser bem avaliados, pois podem comprometer ainda mais a disponibilidade dos micronutrientes Zn e Mn, que já apresentam baixa disponibilidade nos solos dos agroecossistemas. Levando-se em consideração também eficiência desta prática, pois muitas vezes é baixa devido à pouca mobilidade do calcário no solo e somente corrigindo a camada superficial. Ademais, essa prática pode onerar os custos de produção com insumos agrícolas, inviabilizando economicamente a produção, sobretudo na região amazônica e

destacando que *E. precatória* é uma espécie nativa e florestal, portanto adaptada a elevada acidez. Destacando-se, apesar do Mn apresentar deficiência no solo, no tecido foliar foi similar a outros estudos que consideram o valor encontrado nesse estudo com adequado para a espécie *E. oleracea*

Estudos mais aprofundados para avaliarem as características químicas, físicas e biológicas devem ser realizados, levando em consideração outras profundidades do solo e a avaliação da ciclagem de nutrientes para o melhor entendimento dos sistemas de manejo do açaí-do-amazonas.

Os resultados deste estudo mostraram a importância do manejo da matéria orgânica nos agroecossistemas de açaí-do-amazonas, pois observou-se uma tendência dos solos dos sistemas de açaizais nativos apresentam melhores características de fertilidade, em relação aos teores Mg, K, P e MO, em comparação com os sistemas de açaizais cultivados que podem estar relacionados ao maior aporte de material orgânico nesses sistemas, pois com exceção do P apresentaram correlação positiva com a MO. Desta forma, os resultados sugerem haver uma melhor ciclagem de nutrientes nesses sistemas, porém há necessidade de melhor avaliação dos sistemas de manejo praticados pelos agroextrativista, em Codajás.

Mesmo com a constatação do aproveitamento de alguns resíduos culturais gerados da cultura do açaí serem deixados nas áreas produtivas, melhorando o aporte de matéria orgânica, esses resíduos podem ser associados a outros materiais orgânicos, melhorando seus aproveitamentos e eficiência. Ao retornarem aos sistemas de produção irão contribuir para melhorias químicas, físicas e biológicas dos solos, principalmente nos sistemas de produção de açaí cultivados.

*Euterpe precatória* é uma espécie que tem características próprias, com grande potencial econômico, social e ambiental, em franco ascensão, porém tem sido negligenciada pelos órgãos de pesquisa, pois os estudos para a espécie são incipientes.

## ANEXO

Anexo 1. Estatística descritiva de atributos químicos de solos, em duas profundidades 0-10 e 10-20 cm, da coleta de 2019, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, no município de Codajás-AM (n = 16).

Estatística	Areia	Silte	Argila	pH	Al <sup>3+</sup>	MO	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	Fe <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
	----- g kg <sup>-1</sup> TFSA -----			(H <sub>2</sub> O)	cmolc.kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	----- cmolc.kg <sup>-1</sup> -----			----- mg kg <sup>-1</sup> -----			
0-10 cm de profundidade													
Média	252,75	547,38	199,81	4,46	3,75	46,90	0,20	0,25	0,16	5,78	321,49	0,73	3,89
Mediana	258,00	551,00	190,00	4,37	3,65	43,88	0,13	0,20	0,15	4,96	279,68	0,66	4,20
Mínimo	7	266	58	4,02	0,93	28,17	0,06	0,13	0,1	2,51	108,9	0,26	0,98
Máximo	676	779	447	5,17	8,28	91,52	0,81	0,49	0,35	11,7	742,77	1,53	6,26
Desvio padrão	175,63	121,62	109,37	0,28	2,13	14,89	0,19	0,11	0,07	2,44	175,06	0,40	1,73
Erro padrão	43,91	30,40	27,34	0,07	0,53	3,72	0,05	0,03	0,02	0,61	43,77	0,10	0,43
Variância	30846,20	14791,18	11961,36	0,08	4,52	221,82	0,03	0,01	0,00	5,96	30646,11	0,16	2,99
Shapiro-Wilk	0,2150ns	0,4387ns	0,0174*	0,102ns	0,066ns	0,0002*	0,0001*	0,022*	0,00019*	0,241ns	0,039*	0,057ns	0,420ns
CV%	69,49	22,22	54,74	6,35	56,80	31,75	95,30	41,77	42,05	42,23	54,45	54,03	44,48
10-20 cm de profundidade													
Média	262	529	210	4,62	3,66	28,48	0,09	0,15	0,10	3,53	352,01	0,40	2,49
Mediana	270	537,5	206	4,54	3,59	26,04	0,06	0,12	0,09	3,62	306,14	0,29	2,63
Mínimo	6	195	48	4,35	0,55	14,86	0,03	0,07	0,05	1,51	125,22	0,11	0,41
Máximo	757	773	464	5,25	8,38	57,57	0,43	0,37	0,23	6,76	653,37	0,99	4,17
Desvio padrão	196,02	137,28	116,15	0,23	2,09	10,18	0,10	0,08	0,05	1,24	162,81	0,27	1,25
Erro padrão	49,01	34,32	29,04	0,06	0,52	2,54	0,02	0,02	0,01	0,31	40,70	0,07	0,31
Variância	38424,12	18844,93	13491,76	0,05	4,37	103,55	0,01	0,01	0,00	1,55	26508,25	0,08	1,56
Shapiro-Wilk	0,0780ns	0,1716ns	0,0341*	0,0224*	0,2920ns	0,0047*	0,0000*	0,0018*	0,0005*	0,2343ns	0,1366ns	0,0029*	0,2438ns
CV%	74,92	25,97	55,36	5,04	57,14	35,72	105,03	55,72	48,52	35,24	46,25	68,72	50,17

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade e <sup>ns</sup> não significativo.

Anexo 2. Estatística descritiva de atributos químicos de solos, em duas profundidades 0-10 cm e 10 – 20 cm, da coleta de 2022, de quatro agroecossistemas de açaí-do-amazonas, no município de Codajás-AM (n = 16).

Estatística	Areia	Silte	Argila	pH	Al <sup>3+</sup>	MO	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	Fe <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
	----- g kg <sup>-1</sup> TFSA -----			(H <sub>2</sub> O)	cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	----- cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> -----			----- mg kg <sup>-1</sup> -----			
0-10 cm de profundidade													
Média	252,75	547,375	199,8125	4,51	3,62	50,68	0,29	0,27	0,15	5,31	315,88	1,00	4,20
Mediana	258	551	190	4,42	3,58	45,10	0,19	0,19	0,12	4,43	252,92	0,91	3,92
Mínimo	7	266	58	4,24	0,57	32,68	0,1	0,14	0,08	3,42	88,21	0,61	1,12
Máximo	676	779	447	4,93	7,6	107,7	0,82	0,62	0,42	10,36	909,71	1,88	10,61
Desvio padrão	175,63	121,62	109,37	0,21	1,89	18,77	0,21	0,17	0,10	2,06	217,14	0,39	2,74
Erro padrão	43,91	30,40	27,34	0,05	0,47	4,69	0,05	0,04	0,03	0,52	54,29	0,10	0,68
Variância	30846,2	14791,18	11961,36	0,05	3,57	352,13	0,05	0,03	0,01	4,25	47150,32	0,15	7,48
Shapiro-Wilk	0,2150	0,4387	0,0174	0,0848	0,7527	0,0002	0,0064	0,0008	0,0000	0,0026	0,0025	0,0145	0,0844
CV%	69,49	22,22	54,74	4,74	52,27	37,03	72,85	61,43	68,81	38,85	68,74	38,81	65,17
10-20 cm de profundidade													
Média	261,63	528,56	209,81	4,64	3,61	28,10	0,14	0,16	0,10	3,35	298,16	0,59	2,46
Mediana	270	537,5	206	4,58	3,59	25,95	0,10	0,11	0,07	3,08	259,95	0,60	2,21
Mínimo	6	195	48	4,39	0,12	10,67	0,04	0,07	0,05	1,35	71,25	0,21	0,49
Máximo	757	773	464	5,42	8,41	69,86	0,47	0,46	0,26	7,59	669,68	1,23	5,16
Desvio padrão	196,02	137,28	116,15	0,26	2,10	13,49	0,11	0,12	0,06	1,41	149,80	0,30	1,39
Erro padrão	49,01	34,32	29,04	0,07	0,53	3,37	0,03	0,03	0,02	0,35	37,45	0,08	0,35
Variância	38424,12	18844,93	13491,76	0,068	4,425	181,855	0,012	0,014	0,004	1,998	22439,250	0,092	1,923
Shapiro-Wilk	0,0780ns	0,1716ns	0,0341*	0,0018*	0,3941ns	0,0046*	0,0021*	0,0003*	0,0000*	0,0059*	0,3128ns	0,3207ns	0,6372ns
CV%	74,92	25,97	55,36	5,62	58,24	48,00	75,13	72,97	67,77	42,25	50,24	51,39	56,38

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade e <sup>ns</sup> não significativo.

## APÊNDICE I

### ROTEIRO PARA ENTREVISTA DE AGROEXTRATIVISTAS DE AÇAÍ EM CODAJÁS

Número:

Data:

Comunidade:

GPS:

#### I - LEVANTAMENTO SOCIOECONÔMICO

<b>1- Dados gerais do entrevistado(a):</b>		
Nome:		
Sexo:	Estado civil:	Idade:
Natural de:		
Tempo que reside na área:	Atividade anterior:	Tempo de atividade rural:
Escolaridade:	Estuda: ( ) Sim ( ) Não	Atividade atual:

<b>2- Estrutura da família</b>						
Caracterização dos membros da família e demais moradores do domicílio						
Nomes:	Parentesco	Sexo	Idade	Escolaridade	Atividade	Renda
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

<b>3 - Informações da propriedade</b>				
Tamanho da propriedade (ha)	Tamanho da área com floresta (ha)	Tamanho da área com a agricultura (ha)	Tamanho da área com pastagem (ha)	Tamanho da área com capoeira (ha)

<b>4 – Estrutura fundiária</b>						
<b>Documentação da terra:</b>						
( ) Cadastro do INCRA ( ) ITEAM ( ) Título definitivo ( ) Posseiro ( ) Concessão de uso ( ) Outros _____						
Financiamento agrícola: ( ) Não ( ) Sim Tipo _____						
Valor R\$ _____						
<b>5 - Principais atividades geradoras de renda da família</b>						
( ) agricultura ( ) assalariado ( ) aposentadoria ( ) agroextrativismo						
( ) comércio ( ) diarista ( ) criação animal ( ) pesca						
( ) outras _____						
Renda familiar mensal (R\$): _____						
Cultura/criação/pesca/ extrativismo	Tamanho da área (ha)	Unidade	Quantidade	Mês/ ano	Mercado consumidor	Valor R\$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Importância do açaí na renda da família?						
Obs:						



**6 – Destino da produção**

- ( ) Venda direta na comunidade ( ) Venda na comunidade para atravessadores  
 ( ) Venda direta na cidade ( ) Venda na cidade para atravessadores  
 ( ) Consumo ( ) Outros \_\_\_\_\_

**7 – Entidades Associativas (associação, sindicato, colônia de pescador, cooperativa, etc**

Participa de alguma ( ) Sim ( ) Não

Tipo:	Nome da entidade:	Tempo de participação	Cargo/função

Associação está documentada ( ) Sim ( ) Não

Atividades realizadas pela Associação (se houver)

( ) Organização para produção ( ) Comercialização ( ) Abastecimento ( ) Outros

Número de associados (as): \_\_\_\_\_

**8 – Assistência/ capacitação técnica**

Recebe assistência técnica? ( ) Sim ( ) Não

Qual a instituição?	Qual a frequência?

Obs:

**Capacitação técnica**

Já participou de curso de capacitação? ( ) Sim ( ) Não

Tipo	Nome do curso?	Instituição/ Entidade

Sugere algum tipo/tema de curso? ( ) Sim ( ) Não		
Qual?		
Já fez algum curso sobre agroecologia/produção orgânica? ( ) Sim ( ) Não		
Qual o curso e entidade que ofereceu?		
Obs:		

## II - LEVANTAMENTO SOBRE O POTENCIAL PRODUTIVO DO AÇAÍ

<b>1- Qual seu papel na cadeia produtiva do açaí?</b>
( ) Produtor ( ) Coletor ( ) Coleta e planta ( ) Beneficiamento ( ) Intermediário
Quanto tempo trabalha com açaí?
Quantos anos tem seu plantio?
Obs:

<b>2- Dados do plantio:</b>	
Espécie: ( ) Nativo ( ) Pará ( ) BRS-Pará	Período safra:
A quem pertence à área do plantio: ( ) Próprio ( ) Parente ( ) Arrendado ( ) Área devoluta ( ) Terceiros	
Hectares plantados _____ N° de plantas _____ Idade do plantio _____	
Espaçamento:	Primeira produção (ano):



<b>Consórcio – Descrição das culturas consorciadas</b>			
Cultura	Período da safra	Produto/Venda/consumo	Renda

Adubação química e orgânica		
Acha importante fazer adubação: ( ) Sim ( ) Não		
Por quê?		
Usa adubação química: ( ) Sim ( ) Não		
Produto	Época de aplicação	Quantidade/planta e modo de aplicação
Quem indicou?		
Origem do produto: ( ) Comprado ( ) Doado ( ) Outros		
Usa adubação orgânica: ( ) Sim ( ) Não		
( ) Esterco gado ( ) Esterco de galinha ( ) Paú ( ) Restos culturais ( ) Composto		
( ) Outros		
Número de vezes que aplica e modo de aplicação:		
Quem indicou?		

Origem: ( ) Comprado ( ) Doado ( ) Coletado próximo da propriedade ( ) Produzido na propriedade ( ) Outros

Faz calagem: ( ) Sim ( ) Não		
De que maneira:	Época da aplicação	Dose aplicada /planta
Por quê?		
Quem recomendou?		

Há algum tipo de praga ou doença no seu plantio: ( ) Sim ( ) Não				
Quais?				
Compromete a produção? ( ) Sim ( ) Não				
Por quê?				
Faz controle de pragas e doenças: ( ) Sim ( ) Não				
Usa algum tipo de defensivo químico: ( ) Sim ( ) Não				
Há quanto tempo usa?				
Origem do produto: ( ) Comprado ( ) Doado ( ) Outros _____				
O que controla:	Nome do produto	Época da aplicação	Modo de aplicação	Dose aplicada/planta
Por quê?				
Quem recomendou?				
Usa algum tipo de defensivo natural: ( ) Sim ( ) Não				
Nome do produto:	Época da aplicação	Modo de aplicação	Dose aplicada/ planta	

Por quê?
Quem recomendou?
Caso não utilize gostaria, tem interesse em aprender a produzir seu defensivo natural? Por quê?

Sabe o que é EPI: ( ) Sim ( ) Não
Utiliza algum tipo de EPI para fazer tratos culturais ( ) Sim ( ) Não
Qual equipamento: ( ) Capacete ( ) Bota ( ) Luva ( ) Mascarão ( ) Roupas adequadas ( ) Aplicador ( ) Outros
Obs:
Por quê?
Quem recomendou?
Utiliza outras medidas de segurança durante a realização dos tratos culturais? ( ) Sim ( ) Não
Quais?

O que faz com os restos culturais: ( ) Usa como cobertura ( ) Retira da área do plantio ( ) Toca fogo ( ) Outros _____
Por quê?
Acha importante manter a cobertura do solo: ( ) Sim ( ) Não
Por quê?
Obs:

O que deve ser feito par melhorar a produção: Capacitação necessária – Classificar de 1 a 3 de acordo com a ordem de importância. ( ) Armazenamento ( ) Plantio e tratos culturais ( ) Manejo do solo ( ) Adubação ( ) Comercialização ( ) Associativismo/cooperativismo ( ) Manejo agroecológico
--

Boas práticas de colheita e pós-colheita

Financiamento agrícola  Sim  Não

Acha importante:  Sim  Não

Por quê?

### III - COLETA E COMERCIALIZAÇÃO DO AÇAÍ

Há açazais nativos em seu terreno?

Quantos hectares estimados?

#### 1-Áreas de açai nativo

Área de coleta pertence a quem?

Área devoluta  Própria  Parentes  Alugado  Terceiros  
 Outros

Tamanho estimado da área de coleta:

Coleta em mais de uma área:  Sim  Não Quantas áreas coleta?

Onde? \_\_\_\_\_

Coleta nos mesmos indivíduos?

Faz algum tipo de manejo dentro das áreas de coleta dos açazais nativos?  Sim  Não

Quais?

Por quê?

Selecionam materiais nas áreas de açazais nativos para a propagação das matrizes que dão origem as mudas para plantio?

<b>2- Dados da coleta</b>
Qual o período que inicia a floração da cultura na região:
Qual o período que inicia a frutificação na região:
Período da safra:
Pico da safra:
Pessoas envolvidas na coleta: ( ) Família ( ) Diaristas ( ) Meeiros ( ) Sozinho ( ) Mutirão ( ) Paga coletores ( ) Outros
Nº de pessoas envolvidas na coleta:
Caso pague:
Nº de pessoas:                      Quanto paga por pessoa (R\$):
Qual o trabalho pago: ( ) Coleta ( ) Debulha ( ) Outros _____
Quantas horas trabalhadas:

Fato popular na região que indique a época de colheita:

<b>3 -Procedimento da coleta do açaí</b>
Período do dia para coleta: ( ) Manhã ( ) Tarde ( ) Dia todo
Por que esse período?
Método de coleta: ( ) Peconha ( ) Outros
Quantos cachos coleta por dia?                      Tempo de coleta (hora)
Quantos sacos coleta por safra:
Quantos cachos coleta por planta /ano:
Nº de coleta na semana?                      Nº de coletas por safra;
Quantos sacos em média enche uma saca: ( )60 kg ( )50 kg ( ) 40 kg
Capacidade máxima de produção da área: (nº de sacas por safra)
Tem algum problema na coleta dos frutos? ( ) Sim ( ) Não Qual?
Usa EPI quando sobe para coletar ou anda na mata: ( ) Sim ( ) Não ( ) Bota ( ) Fação ( ) Bainha para o fação ( ) Luva ( ) Nenhum



<input type="checkbox"/> Outros Utiliza outras medidas de segurança durante a coleta de frutos? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Qual?
---

<b>4 – Classificação e limpeza dos frutos</b>
Recipiente usado na debulha: <input type="checkbox"/> No chão coberto com lona <input type="checkbox"/> No chão sem proteção <input type="checkbox"/> Paneiro <input type="checkbox"/> Caixa <input type="checkbox"/> Outros
Há seleção de frutos na debulha; <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Etapa que ocorre a seleção: <input type="checkbox"/> No açazeiro <input type="checkbox"/> Na debulha <input type="checkbox"/> No ensacamento
Produto descartado: <input type="checkbox"/> Refugo <input type="checkbox"/> Verde <input type="checkbox"/> Zarolho <input type="checkbox"/> Talo <input type="checkbox"/> Cocho <input type="checkbox"/> Maduro de mais <input type="checkbox"/> Outros
Destino do produto descartado: <input type="checkbox"/> Deixa na mata ou plantio <input type="checkbox"/> Queima <input type="checkbox"/> Outros
Recipiente usado para a venda: <input type="checkbox"/> Saca de ráfia <input type="checkbox"/> Caixa plástica <input type="checkbox"/> Paneiro <input type="checkbox"/> Outros
Tempo entre coleta e venda: <input type="checkbox"/> Menos de 1 dia <input type="checkbox"/> 1 dia <input type="checkbox"/> 2 dias <input type="checkbox"/> Outros _____ Qual o motivo desse tempo?
Acha importante o conhecimento de boas pratica na colheita e pós-colheita: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Por quê?  Utiliza alguma das boas pratica na colheita e pós-colheita? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Quais?
Tem conhecimento sobre o tema ou já fez algum curso?



Transporte produtor: <input type="checkbox"/> Carro <input type="checkbox"/> Canoa <input type="checkbox"/> Motor rabeta <input type="checkbox"/> Barco <input type="checkbox"/> Moto <input type="checkbox"/> Outros
Obs:

<b>2- Outras potencialidades da região?</b>

1) A partir de que ano o açaí passou a ter uma maior demanda na região? Por quê ?

2) Importância do açaí na sua concepção para sua família, comunidade, município, etc ?

3) Alguma dificuldade em desenvolver essa atividade?

#### **IV - PERCEPÇÃO AMBIENTAL**

1) O que ocorre com a floresta do entorno da comunidade/cidade com o aumento da demanda do açaí?

2) Quais suas perspectivas hoje e no futuro em relação à cultura do açaí?

3) Quais animais se beneficiam do açaí na sua área de produção/mata nativa?

4) Na sua percepção a fauna tem diminuído?

5) Acha importante deixar alguns cachos para poder alimentar esses animais e também ajudar na dispersão e regeneração do açaí na mata nativa? Por quê?

6) Você considera justo o preço do açaí? Por quê?

7) Quais os principais “gargalos” encontrado na cadeia produtiva do açaí ? Tem proposta para superá-los

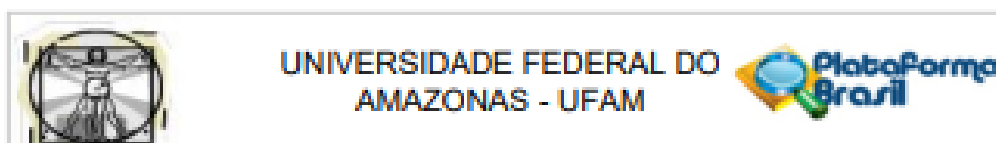
8) Você acha importante a preservação do meio ambiente (floresta, água, solo, animais, etc)? Por quê?

9) Impactos positivos e negativos ocasionados com o aumento da demanda do açaí?

10) A sua qualidade de vida e da população em geral no município melhorou com o aumento da demanda do açaí? Por quê?

11) Na sua percepção a produtividade está aumento ou diminuindo? O que tem afetado (variáveis climáticas, pressão do extrativismo, outros)? Por quê?

## ANEXO A - Documento do Comitê de Ética na Pesquisa



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AGROECOLÓGICA DOS SISTEMAS AGROEXTRATIVISTAS DO AÇAÍ-DO-AMAZONAS (*Euterpe precatoria* Martius) EM CODAJÁS

**Pesquisador:** MARTA IRIA DA COSTA AYRES

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 30850720.0.0000.5020

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Amazonas - UFAM

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.052.741

**Apresentação do Projeto:**

O estudo tem como objetivo principal avaliar o comportamento de diferentes sistemas de manejo do açaí-do-amazonas (*Euterpe precatoria* Mart.) através de indicadores que possam contribuir para diagnosticar a sustentabilidade agroecológica desses sistemas no município de Codajás, no estado do Amazonas.

A pesquisa parte da hipótese que os diferentes sistemas de produção do açaí-do-amazonas (*Euterpe precatoria* Mart.) praticadas no município de Codajás apresentam diferentes graus de sustentabilidade agroecológica, podendo apresentar impactos negativos que possam ser identificados, os quais podem ser obstáculos para a sustentabilidade, bem como a identificação de impactos positivos que mais favoreçam a sustentabilidade social, econômica e ambiental de tais sistemas produtivos e possam ser apropriadas no processo de construção de uma agricultura mais sustentável na região.

Com esta pesquisa, espera-se realizar uma análise nas dimensões econômica, social e ambiental dos sistemas produtivos de açaí nativos e plantados, em Codajás. Entretanto esta pesquisa também se propõe a entrelaçar os conhecimentos técnicos-científicos aos saberes populares e desta forma mediante a sensibilização e participação efetiva dos agroextrativistas no processo de adoção e difusão de práticas apropriadas para a realidade local. A construção de um conjunto de ferramentas práticas com intuito de analisar pontos críticos existentes e identificar os fatores

**Endereço:** Rua Teresina, 485

**Bairro:** Adrianópolis

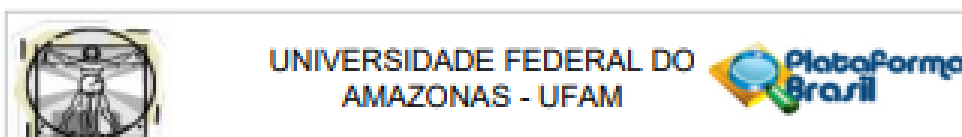
**CEP:** 69.057-070

**UF:** AM

**Município:** MANAUS

**Telefone:** (92)3305-1181

**E-mail:** cep.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.052.781

Termo de anuência: ADEQUADO.

Cronograma: ADEQUADO. Coleta de dados prevista para agosto/2020 a abril/2021.

Orçamento: ADEQUADO. Foi apresentado um orçamento de R\$ 6.750,00 com financiamento próprio.

Instrumento de coleta de dados: ADEQUADO.

Projeto de pesquisa: ADEQUADO.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não foram encontradas pendências ou inadequações.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

A pesquisadora cumpriu os requisitos da legislação.

Somos favoráveis à aprovação.

É o parecer

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1464611.pdf	19/05/2020 18:53:51		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_MARTA.pdf	19/05/2020 18:50:10	MARTA IRIA DA COSTA AYRES	Aceito
TCE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCE_E_TERMOS_ANUENCIA_MARTA.pdf	19/05/2020 18:44:17	MARTA IRIA DA COSTA AYRES	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_MARTA.pdf	02/03/2020 17:21:13	MARTA IRIA DA COSTA AYRES	Aceito

**Situação do Parecer:**

Endereço: Rua Teresina, 495  
 Bairro: Adrianópolis CEP: 69.057-070  
 UF: AM Município: MANAUS  
 Telefone: (92)3335-1181 E-mail: cep.ufam@gmail.com